



Suvi Takko

Asuinkerrostalojen välipohjarakenteet 1890-1960 ja niiden korjaaminen

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi
diplomi-insinöörin tutkintoa varten.

Espoossa 12.04.2017

Valvoja: Professori Jari Puttonen

Ohjaaja: Professori Esko Sistonen

Tekijä Suvi Takko

Työn nimi Asuinkerrostalojen välipohjarakenteet 1890-1960 ja niiden korjaaminen

Koulutusohjelma Rakenne- ja rakennustuotantotekniikka

Pää-/sivuaine Rakennetekniikka

Koodi RAK.thes

Työn valvoja Prof. Jari Puttonen

Työn ohjaaja(t) TkT Esko Sistonen

Päivämäärä 12.04.2017

Sivumäärä 95

Kieli Suomi

Tiivistelmä

Tässä diplomityössä on tutkittu välipohjarakenteita vuosina 1890-1960 rakennetuissa kivirakenteisissa asuinkerrostaloissa ja niiden korjaamista erityisesti linjasaneeraushankkeiden yhteydessä. Työn tavoitteena on valmiiden suunnitteluratkaisujen kokoaminen tyypillisiin suunnittelutilanteisiin. Tyypillisten suunnittelutilanteiden kartoittamiseksi tehtiin tapaustutkimuksia eri kohteesta.

Välipohjatyypeistä vanhin ja esiintymiseltään harvinaisin on puupalkisto, jota on käytetty ennen vuotta 1905 rakennetuissa asuinkerrostaloissa, joita löytyy vain Helsingin keskustan alueelta. Materiaalina puu on altis lahovaurioille ja rakenteena puupalkistoa ei ole alun perin suunniteltu märkätiloihin. Teräspalkistot ovat tyypillisiä välipohjia vuosien 1905-1915 rakennuksissa. Teräspalkistoon liittyy tavallisesti betoninen alalaatta, jonka paksuus, raudoitus ja kantavuusominaisuudet vaihtelevat. Teräskannattajien ongelma on niiden huono palonkestävyys, erityisesti jos palkki tai sen alalaippa on suojaamaton. Alalaattapalkisto yleistyi vuoteen 1920 mennessä. Työläästi toteutettava rakenne säästi betonia ja terästä. Pitkän aikakautensa ansiosta se on hyvin yleinen rakenne helsinkiläisissä asuinkerrostaloissa. Alalaattapalkiston korvasi massiivilaatta vasta pula-ajan loputtua vuonna 1952.

Tapaustutkimusten perusteella tyypillisiä välipohjiin liittyviä suunnittelutilanteita ovat uuden pintalaatan rakentaminen, välipohjätäytteiden vaihtaminen ja erilaiset kantavaan rakenteeseen kohdistuvat korjaukset ja vahvistukset. Korjausrakentamista koskevat määräykset vaativat, että rakenteen ominaisuuksia ei saa heikentää. Ominaisuuksista on huomioitava rakenteellisen kantavuuden lisäksi myös erityisesti äänen- ja paloneristävyysominaisuudet. Palkistorakenteisissa välipohjissa pintalaatta voidaan rakentaa levytyksen varaan ja palkkien kantamaksi tai täytteiden varaan alalaatalle kannatettuna. Täytteiden varaan valaminen vaatii painumatonta täyttöä ja alalaatalle kannattaminen osittain kantavaa alalaattaa. Puupalkistoissa laatta on aina kannatettava suoraan palkeille. Pintalaatta on erotettava täytteistä ja kantavista palkeista esimerkiksi suodatinkankaalla. Massiivilaatan ja ylälaattallisten palkistojen tapauksissa pintalaatta valetaan kantavan betonipinnan tai siihen asennettujen eristeiden päälle. Välipohjien täytöistä vaihdetaan märkätiloissa orgaaniset ja kuivissa tiloissa vaurioituneet täytöt. Märkätiloihin uudet täytteet valitaan kevytsoran, kevytbetonimurskeen ja vaahtolasin väliltä. Teräspalkistoihin sekä täytteen varaan kannatetuille pintalaatoille suositellaan tämän työn pohjalta vaahtolasia. Kantavien rakenteiden vahvistaminen tai korjaaminen vaatii aina tapauskohtaista suunnittelua eikä näistä tilanteista siksi voitu tämän työn puitteissa osoittaa valmiita ratkaisuvaihtoehtoja.

Avainsanat välipohja, linjasaneeraus, korjausrakentaminen

Author Suvi Takko

Title of thesis Horizontal diaphragms of residential multi storey houses between 1890 and 1960 and their repairs

Degree programme Rakenne- ja rakennustuotantotekniikka

Major/minor Rakennetekniikka

Code RAK.thes

Thesis supervisor Prof. Jari Puttonen

Thesis advisor(s) Mr Esko Sistonen

Date 12.04.2017

Number of pages 95

Language Suomi

Abstract

This master thesis studies horizontal diaphragms of residential multi storey houses built between 1890 and 1960 and repairs of these structures with pipeline renovation projects. The aim of this study is to provide design solutions for typical design situations. To identify the typical design situations case studies were done. In 1890-1960 the floor structures used were timber beams, steel beams, upstand beams and solid concrete slabs.

Timber beams are oldest and most rare of these structures and they are used before 1905. In Helsinki houses this old are found only in the centrum. As material wood is vulnerable to rot damage and the structure is not originally designed to support bathrooms. Steel beam structures were built between 1905 and 1915. They are usually combined with concrete slab, which properties vary. Problem with steel beams are their poor fire resistance, especially if the beam or its lower flange is exposed. Upstand beams became common by 1920. As structure it is arduous to build but saves materials. Because of the long period of time, upstand beams are very common structure in Helsinki. It was replaced by solid concrete slabs in 1952 when shortage of materials ended.

Based on the case studies typical design situations include construction of a new surface slab, changing the floor fillings and strengthening of the load bearing structure. The renovation regulations require that the properties of the structures must not be weakened. In addition to load bearing capacity these properties include for example sound and fire proofing. In floors with beam structures the new surface slab can be built on either plates supported by the beams or on the fillings supported by the lower slab. The second option requires unyielding fillings and loadbearing lower slab. With timber beams the slab is always supported by the beams and not the fillings. The surface slab should be separated from the fillings and beams by filter cloth or such. With solid slabs and beam structures with upper slabs the surface slab can be constructed on top of the load bearing structure or on insulation layer. Old fillings of the floor structures should be changed if they are damaged or if they are organic in sanitary rooms. For steel beams foam glass is recommended for fillings. Strengthening and repairs of load bearing structures always require case-specific design and therefore within this work no ready solutions can be given.

Keywords horizontal diaphragms, pipeline renovations, repair of structures

Alkusanat

Tämä diplomityö on tehty Suomen Talokeskus Oy:ssä. Työn valvojana on toiminut professori Jari Puttonen ja ohjaajana Esko Sistonen Aalto yliopistosta. Kiitos työn valvojalle ja ohjaajalle työn valmiiksi saattamisesta. Talokeskuksen puolelta haluan kiittää Jari keski-Marttusta, Nina Valliusta ja muita työssä mukana olleita avusta ja tuesta.

Espoossa 28.3.2017



Suvi Takko

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Alkusanat

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	1
2	Vuosien 1890-1960 välipohjarakenteet.....	3
2.1	Asuinkerrostalojen rakenteiden historiaa.....	3
2.1.1	Kaupunki-ihanteet ja aatteet.....	3
2.1.2	Materiaalit ja menetelmät.....	4
2.1.3	Määräykset ja säännökset.....	4
2.1.4	Sodat, lamat ja pula-ajat.....	7
2.2	Puupalkisto.....	11
2.3	Teräspalkisto.....	15
2.4	Alalaattapalkisto.....	19
2.5	Massiivilaatta.....	22
2.6	Muut palkistorakenteiset välipohjat.....	23
3	Rakenteiden korjaamisen lähtökohdat.....	25
3.1	Korjausrakentamista koskevat viranomaismääräykset.....	25
3.1.1	Voimassa olevat määräykset.....	25
3.1.2	Määräykset vuosina 1890-1960.....	27
3.2	Korjattavien materiaalien ominaisuuksia.....	31
3.2.1	Puu.....	31
3.2.2	Betoni.....	33
3.2.3	Teräs.....	37
3.2.4	Täytteet.....	38
3.3	Vastaavia rakenteita ulkomailla.....	39
3.4	Linjasaneeraushanke välipohjien kannalta.....	41
4	Tapaustutkimukset.....	43
4.1	Tapaustutkimus tutkimusmenetelmänä.....	43
4.2	Tapaus 1: Puupalkisto.....	44
4.2.1	Esittely.....	44
4.2.2	Suunnittelutilanteet.....	44
4.2.3	Ratkaisut.....	45
4.3	Tapaus 2: Teräspalkisto.....	47
4.3.1	Esittely.....	47
4.3.2	Suunnittelutilanteet.....	48
4.3.3	Ratkaisut.....	48
4.4	Tapaus 3: Muu palkistorakenteinen välipohja.....	51
4.4.1	Esittely.....	51
4.4.2	Suunnittelutilanteet.....	53
4.4.3	Ratkaisut.....	53
4.5	Tapaus 4: Alalaattapalkisto I.....	55
4.5.1	Esittely.....	55
4.5.2	Suunnittelutilanteet.....	57
4.5.3	Ratkaisut.....	57

4.6	Tapaus 5: Alalaattapalkisto II.....	59
4.6.1	Esittely.....	59
4.6.2	Suunnittelutilanteet.....	59
4.6.3	Ratkaisut.....	61
4.7	Tapaus 6: Massiivilaatta.....	63
4.7.1	Esittely.....	63
4.7.2	Suunnittelutilanteet.....	64
4.7.3	Ratkaisut.....	64
4.8	Tapaustutkimusten yhteenveto.....	65
5	Ratkaisuvaihtoehdot eri rakenneosille.....	67
5.1	Märkätilojen pintalaatta.....	67
5.1.1	Puupalkisto.....	68
5.1.2	Teräspalkisto ja alalaattapalkisto.....	70
5.1.3	Massiivilaatta ja palkistot, joissa on kantava ylälatta.....	73
5.2	Kuivien tilojen lattiarakenteet.....	75
5.2.1	Puupalkisto.....	75
5.2.2	Teräspalkisto ja alalaattapalkisto.....	76
5.2.3	Massiivilaatta ja palkistot, joissa on kantava ylälatta.....	78
5.3	Märkätilojen välipohjatäytteet.....	79
5.4	Kuivien tilojen välipohjatäytteet.....	81
5.5	Kantavan rakenteen alapuoliset osat.....	83
5.6	Kantavan rakenteen korjaaminen ja vahvistaminen.....	85
6	Johtopäätökset.....	87
7	Yhteenveto.....	91
	Lähdeluettelo.....	93

1 Johdanto

Korjausrakentamiselle ominaista on, että mitä vanhemmasta rakenteesta on kyse, sitä työläämpää korjaaminen ja sen suunnittelu ovat. Rakennesuunnittelun kannalta kohteet ovat yksilöllisiä ja monet suunnittelutilanteet tulevat eteen nopealla aikataululla. Korjaustyön edetessä esiin tulevat muutokset johtuvat esimerkiksi siitä, että alkuperäisiä suunnitelmia ei ole käytössä tai ne eivät pidä paikkaansa tai siitä, että rakenteeseen tehdyt muutokset ja sen vauriot tulevat esiin vasta purkutyön aikana. Korjausrakentamisen kohteiden ainutlaatuisuuden ja mahdollisesti yllättävyyden lisäksi suunnittelussa käytetyt ratkaisut ovat riippuvaisia suunnittelijan näkemyksistä, painotuksista ja kokemuksista. Rakentamista koskevat määräykset on annettu uudisrakentamiselle ja niitä sovelletaan korjausrakentamiseen siltä osin kuin ne ovat sopivia. Määräysten ohjeellisuus tekee suunnittelijan osaamisesta ja kokemuksesta vielä tavallistakin tärkeämpää korjausrakennuskohteissa.

Suunnittelutilanteiden tapauskohtaisuus tekee suunnittelusta työlästä ja aikaa vievää. Samalla suunnittelijalta vaaditaan nopeaa reagointia työn edetessä eteen tulleissa yllättävissä tilanteissa. Valmiit suunnitteluratkaisut helpottavat ja nopeuttavat työtä tällaisissa tilanteissa. Monimutkaisiin ja ainutkertaisiin tilanteisiin ne antavat hyviä lähtökohtia suunnittelulle, vaikkei niitä voisi suoraan käyttää.

Tämän diplomityön tavoitteena on koota valmiita rakennusteknisiä korjausratkaisuja vuosien 1890-1960 erilaisille välipohjatyypeille ja arvioida sopivia ratkaisuja erilaisiin tyyppillisiin suunnittelutilanteisiin. Huomiota on kiinnitetty erityisesti käytettyjen materiaalien sopivuuteen ja lisäksi rakenteen ominaisuuksien, kuten palo- ja ääneneristävyyden sekä kantavuuden, säilymiseen.

Asuinkerrostalojen välipohjarakenteiden korjaus- ja muutostyöt ovat erottamattomasti yhteydessä linjasaneeraushankkeisiin. Linjasaneeraus on yleisin syy erityisesti märkätilojen välipohjien korjaus- ja muutostöihin. Vastaavasti välipohjiin liittyvät työt ovat suurin ja merkittävin kokonaisuus linjasaneerauksen rakennesuunnittelussa. Tässä diplomityössä välipohjarakenteiden korjaamista on siksi käsitelty erityisesti linjasaneerauksen näkökulmasta, vaikkakin työn sisältö on suoraan sovellettavissa myös muihin korjaushankkeisiin.

Historiallisten, ennen elementtirakentamista valmistuneiden paikalla rakennettujen välipohjien moninaisuus ja tapauskohtaisuus sekä käytetyt materiaalit tekevät niistä työläisiä suunnittelukohteita. Tämä työ käsittelee nimenomaan näitä paikallarakennettuja välipohjatyyppejä, joista mainittakoon puupalkisto, teräspalkisto, alalaattapalkisto sekä massiivilaatta. Ajanjaksollisesti näiden rakenteiden käyttö ajoittuu kivirakenteisten asuinkerrostalojen rakentamisen alkamisesta noin vuodesta 1890 elementtirakentamisen yleistymiseen 1960-luvulla. Korkean ikänsä takia tällä aikavälillä rakennetuissa asuinkerrostaloissa on tavallisesti jo suoritettu joitain korjaus- ja muutostöitä. Näitä muutoksia tai kertaalleen korjattuja rakenteita ei käsitellä tässä työssä.

Tässä työssä on tutkittu vain helsinkiläisiä kerrostaloja kahdesta syystä. Ensinäkin kivirakenteisia kerrostaloja erityisesti käsiteltävän ajanjakson alkupäästä löytyy lähinnä Helsingistä ja niiden rakentaminen muualle Suomeen on ollut huomattavasti vähäisempää. Toiseksi ennen kansallisten rakennusnormien voimaantuloa vuodesta 1929 alkaen Helsingissä voimassa olleet rakentamista koskevat säädökset ja määräykset ovat näyttäneet suuntaa koko

maan rakentamiselle. Kansallisten normien puuttuessa monissa kaupungeissa sovellettiin suoraan Helsingin kaupungin rakennustarkastuskonttorin määräyksiä. Helsinki tarjoaa siis määrällisesti suuren ja laadullisesti kattavan otoksen koko maan historiallisista välipohjarakenteista.

Linjasaneerauksen ollessa tämän työn pääasiallisena näkökulmana työ rajautuu nimenomaan asuinkerrostaloihin. Toimistorakennuksissa ja teollisuudessa käytetyt välipohjatyypit saattavat olla osittain samoja kuin tässä työssä käsitelty, mutta erilaisten vaatimusten takia asuinkerrostaloissa käyttöön vakiintuneet rakenteet ovat jääneet harvinaisiksi muissa rakennuksissa ja päin vastoin. Asuinkerrostalojen yhteydessä huomioitavat määräykset eroavat toimisto- tai teollisuusrakennuksia koskevista määräyksistä, joten siltä osin tämän työn tuloksia ei voida soveltaa muihin kuin asuinkerrostaloihin, vaikka välipohjarakenteet olisivat samoja.

Tutkimusmenetelminä tässä työssä on käytetty kirjallisuuskatsausta ja tapaustutkimusta. Kirjallisuuskatsauksella on tutkittu eri välipohjarakenteita, niiden historiaa ja ominaisuuksia, korjausrakentamista koskevia määräyksiä, tavoitteita ja tilanteita sekä erilaisia vaihtoehtoja käsiteltyjen välipohjarakenteiden korjaamiseksi. Tapaustutkimusten tavoitteena on selvittää, millaista rakennesuunnittelua vuosina 1890-1960 rakennettujen asuinkerrostalojen linjasaneerauksissa tehdään. Tavoitteena on muodostaa yleiskäsitys suunnittelutilanteiden määrästä ja laadusta, tyypillisistä suunnittelutilanteista, kohteita yhdistävistä ja erottavista tekijöistä sekä suunnitteluprosessin kulusta. Tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

- Mitä suunnittelutilanteita kohteessa on?
- Mitä ratkaisuja suunnittelutilanteisiin on käytetty?

Suunnittelutilanteella tarkoitetaan tässä työssä rakenteiden korjaamiseen liittyvää työtä, jota varten rakennesuunnittelija laatii rakennepiirustuksen tai muuta tilannetta, joka vaatii rakennesuunnittelijalta piirustusta, suunnitelmaa tai lausuntoa. Ratkaisulla tarkoitetaan suunniteltua rakennetta, sen toimintaa tai lausunnon sisältöä. Suunnittelutilanteet on kunkin kohteen kohdalla listattu ja niiden syntymiseen on kiinnitetty huomiota. Suunnittelutilanne voi olla seurausta rakenteen vauriosta tai virheestä, se voi liittyä rakennetta koskeviin muutoksiin tai linjasaneerauksen kuuluviin, välttämättömiin suunnittelutilanteisiin. Suunnittelun kulussa on tarkkailtu suunnitelmien muuttumista ja uusien suunnittelutilanteiden syntymistä työn edistymisen yhteydessä. Ratkaisujen yhteydessä erilaisten korjausten ja rakenteiden toiminta on selitetty ja ratkaisujen perusteita avattu niiltä osin, kuin perusteita oli haastattelujen avulla saatavissa.

2 Vuosien 1880-1960 välipohjarakenteet

2.1 Asuinkerrostalojen rakenteiden historiaa

Asuinkerrostalojen rakenteiden historia kulkee käsi kädessä asuinkerrostalojen rakentamisen historian kanssa. Kuten kaikkien kaupunkien, myös Helsingin kerrostalojen historia alkaa kaupungistumisen myötä nousseesta maan arvosta. Vuokratuotto-odotuksiin perustuva spekulatiivinen rakentaminen on ensimmäinen kahdesta tekijästä, jotka vaikuttivat uuden rakennustavan käyttöönottoon 1800-luvun loppupuoliskolla. Maan arvon kasvaessa suurempien ja tiiviimpien rakennusten rakentaminen oli ainoa tapa saada valmiista taloista riittävästi vuokratuloja kustannusten kattamiseksi ja voiton tekemiseksi (Neuvonen 2002). Helsingin ollessa Euroopan mittakaavassa myöhään kaupungistunut, toinen tekijä on kaupunki-ihanteiden rantautuminen muualta Euroopasta (Rönkkö 1986). Kaupungin rakentumisen edetessä rakennuksiin ja rakenteisiin ovat vaikuttaneet lukuisat asiat. Niistä tärkeimpänä on tässä luvussa esitelty kaupunki-ihanteita ja aatteita, materiaaleja ja menetelmiä, määräyksiä ja säädöksiä sekä sota-, pula- ja lama-aikoja. Kustakin aihepiiristä on esimerkkejä niiden vaikutuksista rakennuksiin ja rakenteisiin.

Helsingin rakentumista ja eri ikäisiä asuinkerrostaloja esittävät kuvat 2.1.2 ja 2.1.3 on koottu yhdistämällä tietoja rakennusten käyttötarkoituksesta ja rakennusvuodesta. Saman ikäisissä rakennuksissa on käytetty pitkälti samoja tai saman tyyppisiä ratkaisuja rakenteissa ja materiaaleissa. Rakennusvuodesta voidaan alustavasti ennustaa esimerkiksi rakennuksen välipohjatyyppejä. Kuvista käy ilmi vanhojen rakennusten määrä ja sijainti Helsingissä. Luvun loppuun kaavioon 2.1.4 on tiivistetty kronologiseen järjestykseen Helsingin rakentamiseen ja erityisesti rakenteisiin vaikuttaneita tapahtumia ja ajan yleisesti käytettyjä rakenteita.

2.1.1 Kaupunki-ihanteet ja aatteet

Esikuvaksi muodostui keskieurooppalainen kivikaupunki ja Pariisin bulevardit (Rönkkö 1986). Nämä ihanteet vaikuttivat enemmän rakennusten ulkonäköön ja ryhmittelyyn kuin rakennustapoihin. Vuosisadan vaihteen rakennukset sijoitettiin tiiviisiin umpikortteleihin. Kivitaloasuminen oli ylemmän luokan asumismuoto, joten asunnot olivat suuria ja yksilöllisiä (Rönkkö 1986). 1910-luvulla rakennettu Eira ja samaan aikaan kaavoitettu Etu-Töölö edustavat erilaista kaupunki-ihannetta. Eira suunniteltiin puistokaupunginosana, mutta sen huvilat vaihtuivat pienkerrostaloiksi. Etu-Töölön suurpihakorttelit ovat ensimmäinen askel kohti avoimempaa korttelirakennetta ja vapaampia pohjamuotoja. Ajatus yhteisistä avoimista sisäpihoista ei Töölössä vielä täysin onnistunut, sillä asunto-osakeyhtiöt rajasivat pihojaan kortteleiden sisällä. 1930-luvulta alkaen funktionalismi ja avokorttelit muodostivat uuden tyyppisiä lähiörakenteita. (Neuvonen 2002)

2.1.2 Materiaalit ja menetelmät

Merkittävin rakennustapoihin ja rakenteisiin vaikuttava tekijä on käytettävissä olevat materiaalit ja menetelmät. Kivikaupungin rakentamisen alkaessa 1800-luvulla rakenteet olivat raskaita ja vankkoja ja materiaaleina käytettiin punatiiltä, luonnonkiveä ja puuta. Nostolaitteiden puuttuessa tiili oli kivimateriaaleista ainoa, jolla voitiin ihmisvoimin rakentaa korkeiakin rakennuksia. Vankat ja raskaat rakenteet eivät vaatineet erityistä mitoittamista ja niiden kestävyys ei ollut tapana tarkastaa laskennallisesti. (Neuvonen 2002, Rönkkö 1986)

Teräsbetoni materiaalina mullisti rakennesuunnittelun, sillä se vaati ensimmäistä kertaa myös laskennallista mitoittamista. Toisaalta rakenteiden kantavuuksien laskennallinen tarkastelu mahdollisti myöhemmin myös niiden optimoinnin, kun tarvittiin säästävämpää rakentamista. Teräsbetoni myös tarjosi uudenlaisia mahdollisuuksia rakennuksen muotojen suhteen ja sen valaminen oli menetelmänä aikaisempia välipohjarakenteiden tekniikoita helpommin sovellettavissa ja muokattavissa. Teräsbetonin yleistyttyä välipohjissa 1910-luvulla suunniteltiin ja patentoitiin lukuisia erilaisia uusia välipohjatyyppejä. Nämä uudet, pääosin palkistomaiset välipohjatyypit perustuivat erilaisten onteloiden tekemiseen valamalla betonia eri tuotteiden väliin. (Neuvonen 2002)

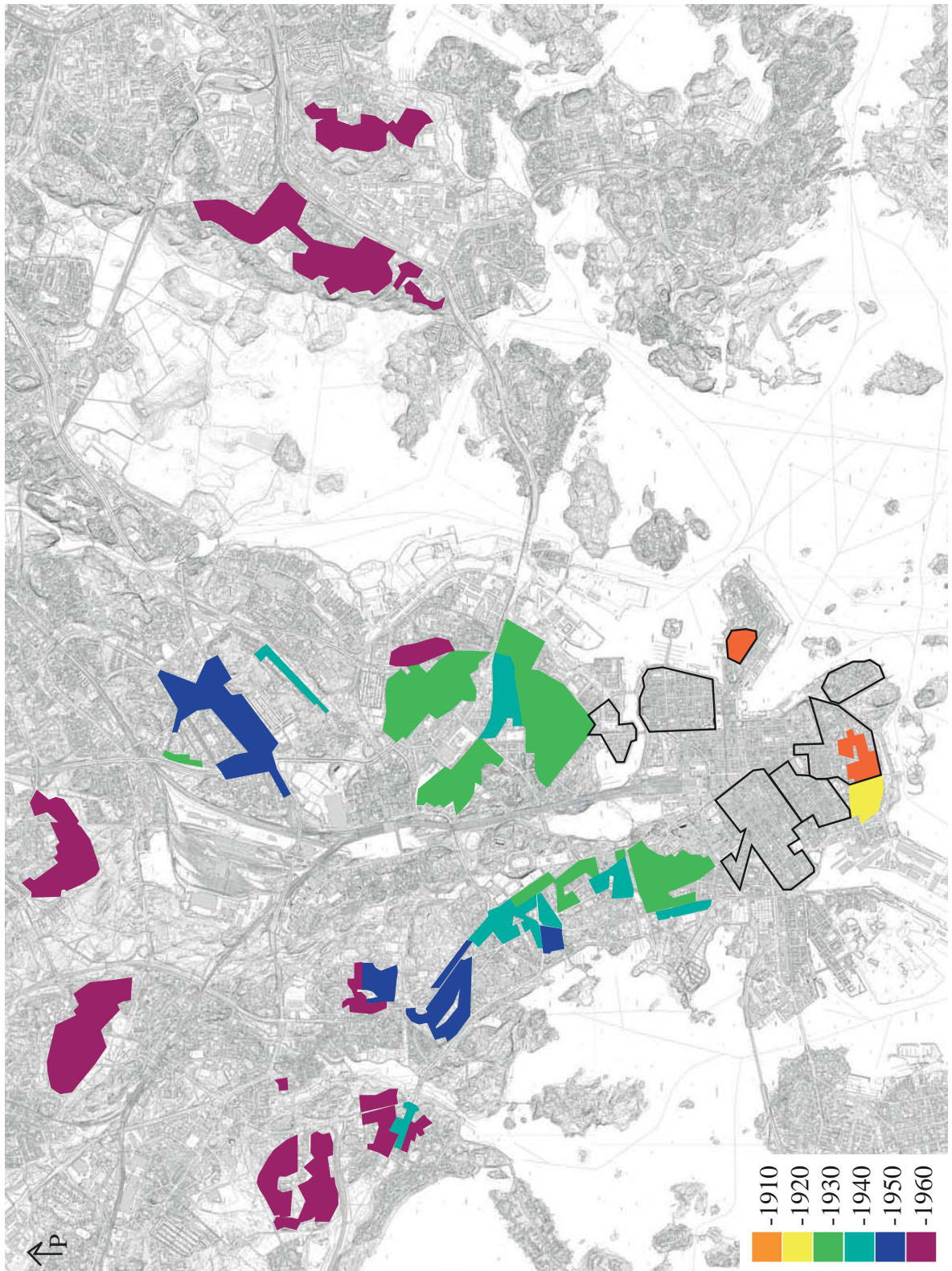
2.1.3 Määräykset ja säädökset

Kaupungin mittakaavassa rakentamiseen on helpointa ja tehokkainta vaikuttaa määräyksillä, säädöksillä ja valvonnalla. Helsingin rakennusjärjestyksessä vuodelta 1875 määrättiin kaupungin keskeisten katujen varsilla rakennukset rakennettavaksi kivistä. Tarkempia rakenteisiin kohdistuvia määräyksiä olivat paloturvallisuuteen liittyvät määräyksen kellarin katon ja yläpohjan palopermantojen holvaamisesta. Rakentamisen kehittyessä ja lisääntyessä määräykset lisääntyivät ja tarkentuivat. Erityisesti 1900-luvun alussa sattuneet suuret rakennussortumat vaikuttivat rakennusvalvonnan kiristymiseen. Kesti kuitenkin vuoteen 1925 saakka kunnes rakennusten suunnitelmat oli johdonmukaisesti oltava hyväksyttyinä ennen rakennustyön aloittamista. Sitä ennen esimerkiksi 20-luvulla rakentamisen lisääntyä nopeasti laman jälkeen oli tavallista, että koko rakennus saattoi olla valmis ennen lopullista hyväksyntää. Valtakunnallisten normien tulo 1929 alkaen yhtenäisti rakentamisen tekniikoita. Ennen toista maailmansotaa säädettiin normeilla betonirakenteista ja paloluokituksesta ja sodan jälkeen lämmön, äänen ja kosteuden eristämisestä. (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989)

Asemakaava on kaupungin ensisijainen työväline rakentamisen ohjaamiseen ja esimerkiksi Katajanokka, ”Suomen ensimmäinen kivikaupunki” on siitä hyvä esimerkki. Vuoden 1875 rakennusjärjestys ja vuoden 1902 asemakaava sallivat Katajanokalle, joka siihen asti oli ollut luontoa, vain kivitalojen rakentamisen (Rönkkö 1986). Kuvassa 2.1.2 Katajanokka erottuu selvänä yhtenäisenä alueena. Muualla keskustassa saman ajan kivitalot rakentuivat olemassa olevan kaupunkirakenteen sekaan vanhoja puutaloja purettaessa. 1940-luvulta lähtien uudet lähiöt on ollut tapana rakentaa kaupungin ulkopuolelle uusille lähiöalueille yhtenäisiksi kokonaisuuksiksi (Neuvonen 2006).



Kuva 2.1.2: Helsingin keskustan vuoteen 1960 mennessä rakennetut asuinkerrostalot. Kuvasta voidaan selvästi erottaa hyvin kokonaisuutena säilyneet 1900-1910 rakennetut Ullanlinna ja Katajanokka, 1910-1915 rakennettu Eira sekä Etu-Töölön suurpihakorttelit vuosilta 1920-1940. Merkitsemättömät, vihertävät rakennukset ovat muita, kuin asuinkerrostaloja. Kuva: Suvi Takko. Pohjakartta, tiedot rakennusten käytöstä ja valmistumisvuodesta: Helsingin kaupungin karttatietopalvelu 2016



Kuva 2.1.3: Helsingin ennen vuotta 1960 rakennetut kerrostalovaltaiset asuinalueet. Keskustan alueet Kamppi, Ullanlinna, Punavuori, Kaivopuisto, Kruununuhaka ja Siltasaari on jätetty värittä, sillä niiden asuinkerrostalot on rakennettu koko tutkittavan ajanjakson kuluessa. Näiden alueiden rakennuskohtaiset valmistumisvuodet on esitetty kuvassa 2.1.3. Kuva: Suvi Takko. Pohjakartta, tiedot rakennusten käytöstä ja valmistumisvuodesta: Helsingin kaupungin karttatietopalvelu 2016

2.1.4 Sodat, lamat ja pula-ajat

Ensimmäinen maailmansota 1914-1918 pysäytti Helsingin hyvin alkaneen rakentumisen. Taloudellinen ja poliittinen epävarmuus rajoitti spekulatiivista rakentamista. Sodan jälkeen pula materiaaleista, pääomasta ja ammattitaitoisesta työväestä piti rakentamisen vähäisenä. Inflaation nostamat hinnat aiheuttivat rakentamisessa uuden ilmiön: säästeliäisyyden. Kun samaan aikaan kerrostaloasuntojen rakentaminen kohdistui aiempaa enemmän keskiluokan ja myöhemmin myös työväen asuntoihin, rakentamisen ilme muuttui voimakkaasti. 1900-luvun alun koristeelliset ja yksilölliset suurasunnot vaihtuivat yksikertaisempiin, pienempiin ja käytännönläheisempiin. Erityisesti materiaalipula vaikutti käytettyihin rakenteisiin ja rakenteiden optimointi hoikensi kantavia rakenteita. (Neuvonen 2002)

Kun pula-aika päättyi, vuokrasäännöstely loppui ja asuntojen tarve oli edelleen suuri, alkoivat rakentamisessa niin kutsutut hullut vuodet. Vuosina 1926-1928 rakennettiin Helsinkiin ennätysmäärä asuinkerrostaloja. Voimakkaan nousukauden lieveilmiöt, kuten keinottelu, kiire, rakennustarvikkeiden ja työn heikko laatu ja kiihtyvä hintojen nousu. Vaikka pula-ajan säästäväisyyttä ei enää tarvittu, rakenteet eivät juurikaan lähteneet kehittymään. Nousukausi päättyi yleismaailmalliseen lamaan 1930-luvun taitteessa. Suomessa lama jäi puolen vuosikymmenen mittaiseksi ja 1930-luvun loppupuolen hyvä taloudellinen tilanne ja tasainen kehitys synnyttivät edistystä myös rakentamiseen. Työmaiden koneistuminen alkoi varovasti mutta rationalisointi uudelleen järjesti vanhoja työtapoja. (Neuvonen 2002)

Toinen maailmansota 1939-1945 vaikutti rakentamiseen samoin kuin ensimmäinen. Sodan aikana ja sen jälkeen materiaaleista oli pulaa ja rakentamisen resurssit ohjattiin pitkälti teollisuuden tarpeisiin. Koska asuntopula oli kuitenkin suuri, asuntorakentaminen keskittyi puisiin pientaloihin. Pula kaikista rakennusmateriaaleista vaikutti paitsi rakentamisen määrään, myös laatuun. Ajan rakennukset on rakennettu noudattaen äärimmäistä säästäväisyyttä ja käyttäen korvikkeita mahdollisuuksien mukaan. (Mäkiö 1989)

Tiilipula vauhditti tiilirakentamisen kehitystä. Uusi reikätiili oli lämmöneristävyysominaisuuksiltaan vanhaa täystiiltä parempi ja ulkoseinien paksuutta voitiin ohentaa kahden kiven täystiilimuurista puolentoista kiven reikätiilimuriin säilyttäen tai jopa parantaen lämmöneristystä. Tiiliä säästettiin myös käyttämällä tiiliseinissä sisäpuoleista kevytbetonia lisäeristeenä. Vaikka toisaalta pula vauhditti rakennustekniikoiden kehittymistä, toisaalta se myös taannutti rakenteita. Toisen maailmansodan jälkeen palattiin pulan takia osittain käyttämään 1900-luvun alkuvuosilta tuttua sydänmuuria ja puupalkistoja. (Mäkiö 1989)

Alalaattapalkisto on tyyppiesimerkki pula-ajan rakenteesta. Työläs ja monimutkainen rakenne säästi betonia ja terästä ja on siksi ollut käytännössä ainoa asuinkerrostalojen välipohjarakenne sotien ja niiden jälkeisinä pula-aikoina. Alalaattapalkistoon liittyvät ongelmat, kuten alalaatan irtoaminen palkeista tai raudoitusten riittämätön suojabetonikerros ovat tyyppillisiä rakennusvirheitä äärimmäisen säästön rakennuksissa. Kun sotakorvauksien maksaminen päättyi 1952 ja materiaalien säännöstely loppui, alalaattapalkisto hävisi uudisrakennuksista lähes välittömästi ja tilalle tuli teräsbetoninen massiivilaatta. Massiivilaattaa oli välipohja- rakenteena kokeiltu jo ennen toista maailmansotaa 1935-1940 mutta se vakiintui yleisimmäksi välipohjatyypiksi vasta vuonna 1953, sodan ja jälleenrakentamisen aikana sitä ei käytetty asuinkerrostaloissa ollenkaan. (Mäkiö 1989)

Kaavio 2.1.4, sivut 10-12: Aikajana rakenteiden historian kehityksestä ja siihen vaikuttaneista tapahtumista.



Ensimmäinen maailmansota päättyy. Sodan aikana hinnat ovat nousseet moninkertaisiksi. Asuntopula vaivaa koko maata. Rakentamista hidastavat pula materiaalista, ammattitaitoisista rakentajista ja pääomasta. Rakenteiden optimointi alkaa osana säästävämpää rakentamista, arkkitehtuuri yksinkertaistuu ja asuntojen koko pienenee. Sekarunko yleistyy ja sydänmuurin tilalla käytetään betoni- ja teräsbetonipilareita. (Neuvonen 2006, Neuvonen 2002)

1918



Rakentamisen hullut vuodet alkavat. Pula-aika on päättynyt ja rakentaminen lisääntyy räjähdysmäisesti. Betoni- ja teräsbetonipilarit ovat kiellettyjä muualla, kuin kellarissa ja ensimmäisessä kerroksessa, joten sekarunkoa ei esiinny. Alalaattapalkisto on hallitseva välipohjatyyppejä, sillä työ on halvempaa kuin materiaalit. Kevytbetoni tulee markkinoille ja sitä käytetään ulkoseinien sisäpuoleisena eristeenä. Ulkoseinät rakennetaan edelleen tiilestä muuraamalla, mutta niiden paksuus ohenee kahdesta kivistä puoleentoista ja täystiili vaihtuu reikätiileksi. (Neuvonen 2006, Neuvonen 2002)

1926



Massiivilaattoja kokeillaan ensimmäistä kertaa välipohjissa. Monireikätiili korvaa täystiilen, sen parempien lämmöneristysominaisuuksien ansiosta seinäpaksuuksia voidaan kaventaa puoleentoista tiileen. (Neuvonen 2006, Neuvonen 2002)

1935



Toinen maailmansota päättyy, mutta pula haittaa rakentamista. Asuntopula on yhteiskunnallinen ja poliittinen ongelma, sosiaalinen asuntotuotanto alkaa. Jälleenrakennus käynnistyy vilkkaasti, mutta keskittyy maaseudulle ja puisiin pientaloihin. Suositeltu rakennus on kaksikerroksinen puurivitalo. (Neuvonen 2006, Mäkiö 1989)

1945



1950-luvulla asuinkerrostalot rakennetaan korttelien sijasta lähiöihin ryhmittelyn seurattessa maastonmuotoja. Rakentaminen pyritään toteuttamaan suurina ryhminä, jopa kokonainen lähiö kerralla. Massiivilaatta palaa välipohjavaihtoehtoksi ja sitä käytetään etenkin betonirunkoisten rakenteiden kanssa. Kantavat pystyrakenteet kevenevät. Runkotyypeistä on käytössä sekä tiilimuuri-, seka-, betonipilari- että betoniseinärunko. Elementtejä kokeillaan ensimmäistä kertaa. Pumppubetoni helpottaa korkeiden talojen rakentamista. (Neuvonen 2006, Mäkiö 1989)

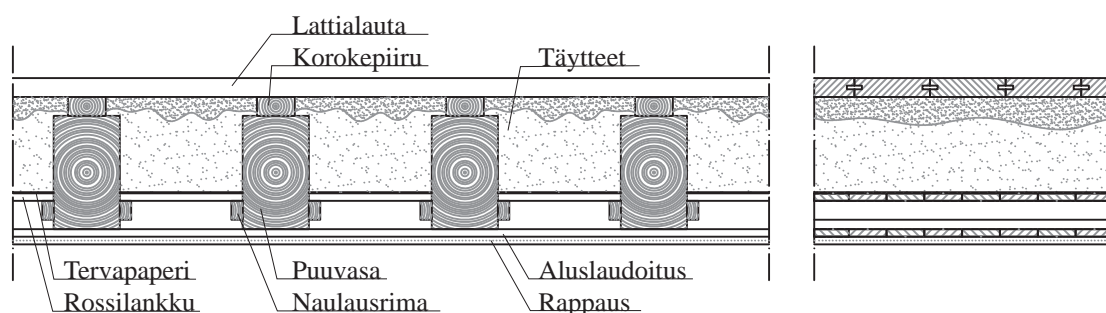
1950





2.2 Puupalkisto

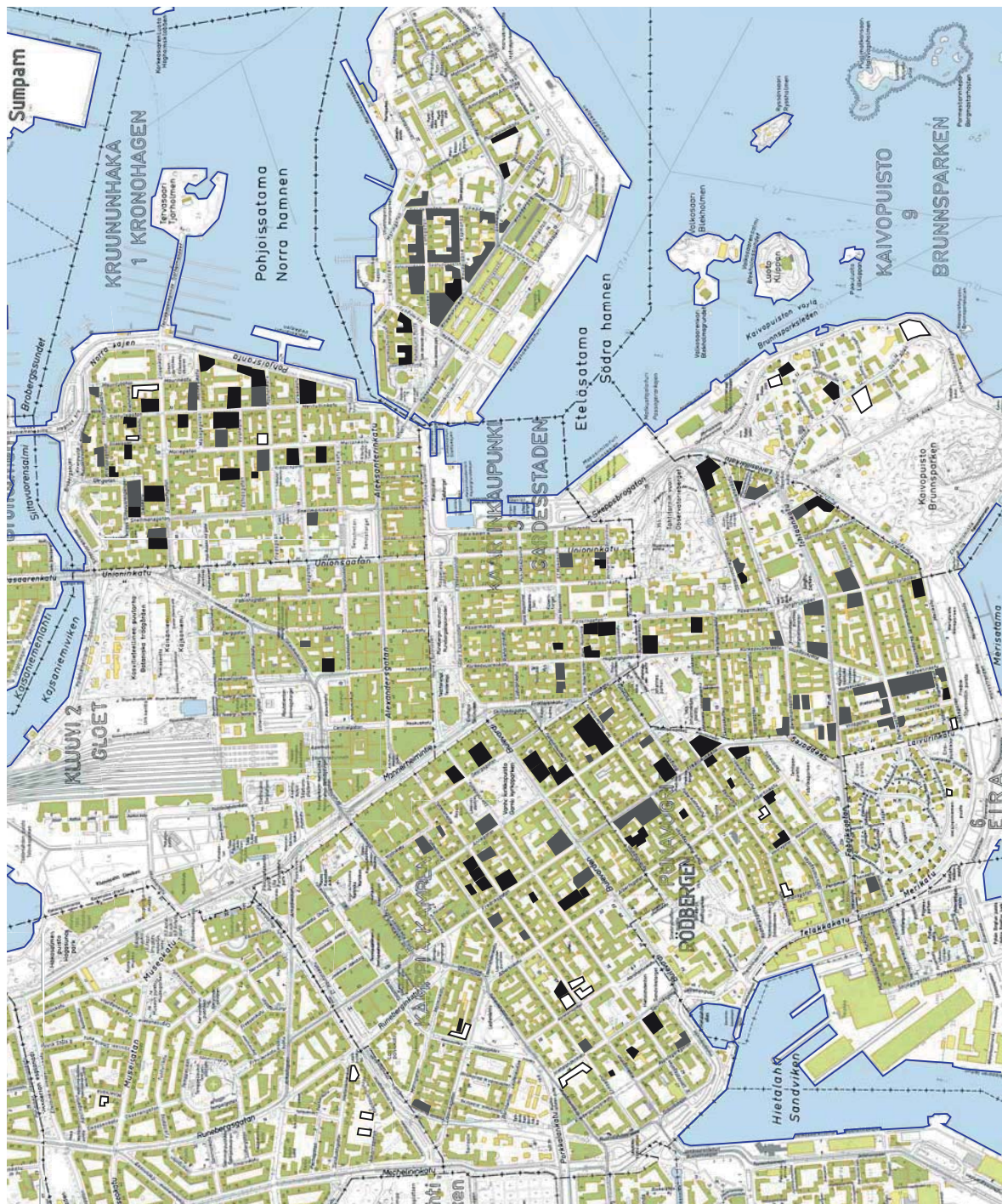
1900-luvun alkuvuosiin asti puupalkisto on ollut asuinkerrostalojen hallitseva välipohjatyyppe. Helsingin keskustan kivitalorakentaminen oli 1900-luvun alussa jo alkanut. Vuosikirja vuodelta 1902 kertoo kivistä rakennettuja taloja olevan koko kaupungissa 330 kappaletta kaikkiaan 1302 talosta. Ne sijoittuvat suurimmaksi osaksi kaupunginosien I-V sekä XII alueille eli nykyisten Kruununhaan, Kluuvin, Kaartinkaupungin, Kampin ja Punavuoren sekä Siltasaaren alueille (Helsingin kaupunki 1904). Näistä rakennuksista nykypäivänä asuinkäytössä olevat on esitetty kuvassa 2.2.2. Puupalkiston rakenne (kuva 2.2.1) on samanlainen, kuin pientaloissa käytetyt puiset välipohjat, mutta asuinkerrostaloissa sen mittakaava on suurempi. Puupalkistossa välipohjaa kannattelevat puuvasat ovat sahattuja tai veistettyjä hirsii, joiden koko on tavallisesti 100-200 mm x 250-300 mm, keskinäinen etäisyys 500-600 mm. Vasojen jänneväli on syvimpien runkosyvyyksien rakennuksissa jopa yli kuusi metriä. (Neuvonen 2002, Neuvonen 2006)



Kuva 2.2.1: Puupalkiston rakenneleikkaus 1:20 Kuva: Suvi Takko

Kantavat puuvasat on päistään tuettu kantavaan tiilimuuriin ulkoseinässä ja sydänmuuriin talon keskellä. Tiilimuurin sisään jäävät vasojen päät kosteussuojattiin lahoamisen estämiseksi. 1800-luvun lopulla suojaamiseen käytettiin erityispapereita ja pahveja, vanhimmissa taloissa vasojen päät on voitu suojata tervalla ja tuohella. Tapanä oli jättää muurauksen sisään ilmanavia, joiden kautta päät tuulettuivat sisätiloihin ja ullakolle. Vasoista tavallisesti joka kolmas tai neljäs on sidottu kantaviin pystyrakenteisiin. Nämä niin sanotut ankkurivasat yhdistettiin tiilimuuriin vasojen kylkeen naulatuilla ankkuriraudoilla, sydänmuurien kohdalla toisiinsa sideraudoilla ja rakennuksen päätyjen palomureihin jälleen ankkuriraudoilla. Ankkuriraudat olivat käsin taottuja 1900-luvun alkuun asti, jolloin teollisesti valmistetut, kevyemmät ja halvemmat ankkuriraudat tulivat markkinoille. (Neuvonen 2002)

Lattia- ja kattopinnat rakennettiin naulaamalla kiinni kantaviin vasoihin. Lattiapinta on puupalkistoisissa välipohjissa tavallisesti aina lautalattia tai parketti. Laudat on naulattu korokepiirujen päälle eristestilan kasvattamiseksi. Kattopinnoille sen sijaan on ollut käytössä useampia eri vaihtoehtoja. Tyypillisiä ovat ponttilaudoitus ja rappaus sekä vuosisadan vaihteen jälkeen myös kipsivalu ja kokoliittilevy. Ponttilaudoitus on naulattu vasoihin ja sen suuntaa vaihtelemalla saatiin aikaan näyttäviä kasettikattoja. Rappausta varten vasojen alapintaan naulattiin aluslaudoitus, johon kiinnitettiin rappausverkoksi tehdasvalmisteinen verkko tai tikkurappauksessa ristikkäin päreitä. Rautalankaverkkoa käytettäessä aluslaudoitus voitiin korvata myös tarkoitukseen sopivalla pahvilla. Kokoliitti on rappausta varten valmistettu palamaton levy, joka on tehty kookospalmun kuiduista, kipsistä ja hiekasta



Kuva 2.2.2: Vuoteen 1900 mennessä rakennetut Helsingin asuinkerrostalot on merkitty karttaan mustalla. Näissä rakennuksissa on välipohjarakenteena poikkeuksetta puupalkisto. Vuosina 1901-1905 rakennetut asuinkerrostalot on merkitty karttaan harmaalla, niissä saattaa jo esiintyä välipohjarakenteina erilaisia teräspalkistoja tai teräsbetonia. Toisen maailmansodan jälkeisenä pula-aikana palattiin osittain käyttämään puuvälipohjia. Sodan jälkeen vuosina 1945-1950 rakennetut asuinkerrostalot on merkitty karttaan valkoisella. Niiden välipohjarakenteet ovat todennäköisesti alalaatatapalkistoja, mutta myös puupalkistot ovat mahdollisia. (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989) Kuva: Suvi Takko. Pohjakartta, tiedot rakennusten käytöstä ja valmistumisvuodesta: Helsingin kaupungin karttatietopalvelu 2016

(Helsingin kaupunki 1902). Se kiinnitettiin vasoihin harvalla rimoituksella. (Neuvonen 2002)

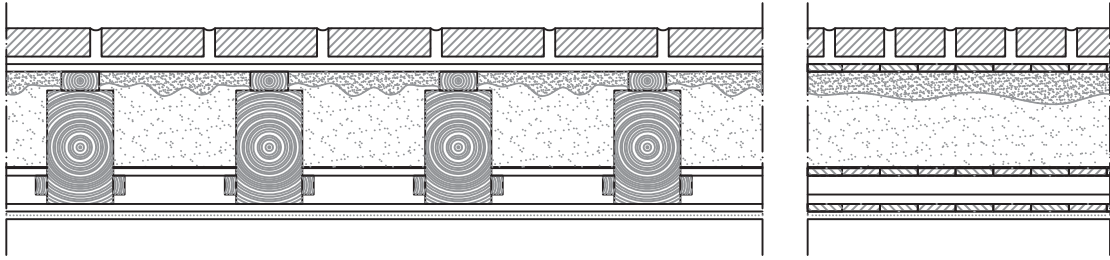
Puupalkistoiset välipohjat täytettiin äänen- ja lämmöneristyksen parantamiseksi. Täytteitä kantavat rossilankut naulattiin vasoihin kiinnitettyihin naulausrimoihin. Rossilankun päälle asetettiin tervapaperi ja sen päälle varsinaiset täytteet. Täytteinä käytettiin rakennusjätettä, luonnonmateriaaleja ja teollisuuden sivutuotteita. Puuvälipohjissa lämmöneristykseen käytettiin 1800-luvun puolella sammalta ja olkea ja vuosisadan vaihteen jälkeen turvepehkua. 1920-30 luvuilla turvepehkun rinnalle tulivat puuteollisuuden sivutuotteet sahanpuru ja kutterinpuru. Vaikka nämä eivät ole alkuperäisiä täytteitä ennen 1910-lukua rakennetuissa puupalkistoisissa välipohjissa, niitä on lisätty eristeiksi myöhempien korjausten yhteydessä. Lämmöneristeiden päälle lisättiin painotäytteet ääneneristystä ja paloturvallisuutta ajatellen. Yleisesti painotäytteenä käytettiin rakennusjätettä sekä tiilimurskaa, laastijätettä, hiekkaa ja kaasuteollisuuden sivutuotetta, koksikuonaa. (Neuvonen 2002, Neuvonen 2006)

Paloturvallisuuden vuoksi rakennusjärjestys ei sallinut kaikkien välipohjien rakentamista pelkästä puusta. Kellareiden ja porttikongien katot (kuva 2.2.3) tuli rakentaa holvaamalla palamattomasta aineesta. Holvaus on tehty joko tiilestä muuraamalla tynnyri- tai ristiholvina tai ratakiskojen varaan muuratulla kappaholvilla. Tynnyri- tai ristiholvina käytettäessä holvin päälle rakennettiin puinen välipohja kuten muuallakin kannattamaan ylemmän kerroksen lattiaa. Kappaholvin ratakiskot saattavat joissain tapauksissa kantaa myös ylemmän kerroksen lattian ja sille tulevat kuormat, jos puuvasat on tuettu niiden varaan. Ennen keskuslämmityksen yleistymistä 1910-luvulla lämmitysratkaisuna toimivat huonekohtaiset lämmitysuunit. Kellarin katon lisäksi myöskään uunien alla tai tulisijojen yhteydessä ei puupalkistoa saanut käyttää. Unit kannateltiin tiiliholveilla kuten kellarin katto tai kantavasta tiilimuurista ulkonevilla ratakiskoilla. Tulisijojen kohdalle osuvat puuvasat katkaistiin ja kannatettiin viereisiin vasoihin poikittaisen vekselipalkin avulla. Paloturvallisuus vaikutti myös yläpohjiin, joihin tuli kantavan puupalkiston lisäksi rakentaa myös palopermanto. Yläpohjarakenteessa (kuva 2.2.3) lattialaudoituksen tilalla on aluslaudoitus, jonka päälle on rakennettu palopermanto tavallisesti muuraamalla neljäsosatiilen paksuudella tai 1800-luvun loppuvuosista lähtien 40 mm betonivalulla. (Neuvonen 2002)

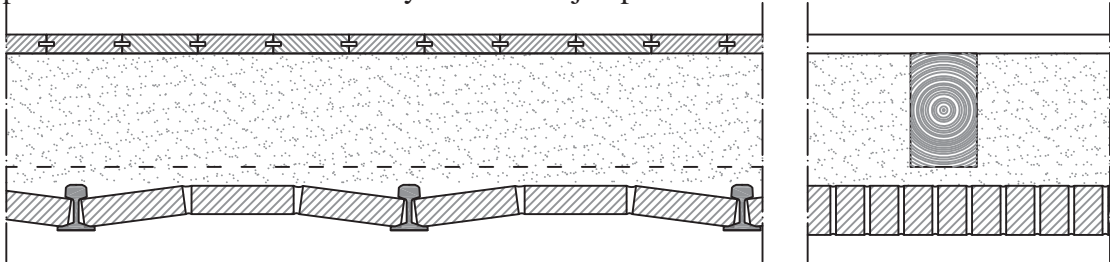
Puupalkistojen käyttö ensisijaisena välipohjarakenteena liittyy kivirakenteisten asuinkerrostalojen alkuaikoihin. Näissä rakennuksissa ei alunperin ole suunniteltu olevan märkätiloja lainkaan, joten myöskään rakenteita ei ole suunniteltu toimimaan märkätiloissa. Myöhemmin rakennetut märkätilat puupalkistoisissa rakennuksissa aiheuttavat lisäkuormituksia kantaville puuvasoille. (Neuvonen 2002)

Puupalkistoisten välipohjien ominaisuudet ja ongelmat ovat pitkälti sidoksissa puun materiaaliominaisuuksiin. Orgaanisena materiaalina puu on altis lahoamiselle sekä tuholaisille, se reagoi kosteuden muutoksiin. Sopivissa olosuhteissa puu säilyttää ominaisuutensa ja kestää niin aikaa kuin rasiasta. Mahdollisten vesivahinkojen kastelemat välipohjatäytteet on vaihdettava uusiin paitsi niiden oman pilaantumisen, myös kantavien puuvasojen säilymisen takia. Puun keveyden ja palkistorakenteen takia puisten välipohjien ääneneristys ei ole erityisen hyvä. Askel- ja ilmäät kuuluvat huoneistojen välillä eristyksistä huolimatta. Puupalkistojen taipuminen välipohjan oman painon alla on tyypillistä etenkin pitkien jännevälien kohdalla, eikä siitä ole rakenteelle haittaa. (Neuvonen 2006, Charles 1984)

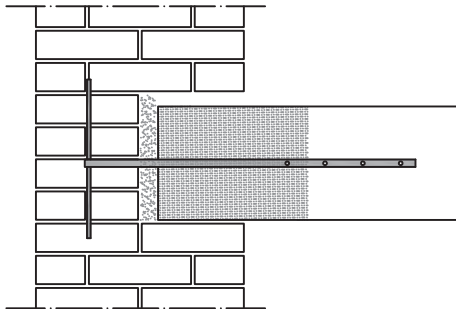
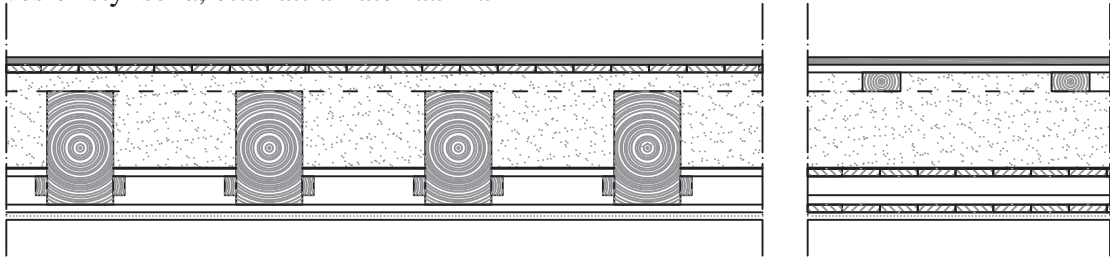
Puupalkisto yläpohjassa ja tiilimuurattu palopermanto



Puupalkisto ja ratakiskojen varaan muurattu holvattu kappaholvi kellarin katossa, puuvasat saatettiin kannattaa myös ratakiskojen päälle



Puupalkisto märkätilassa, aluslaudoituksen päälle valettu valuasfaltti toimii sekä vesieristysenä, että lattiamateriaalina

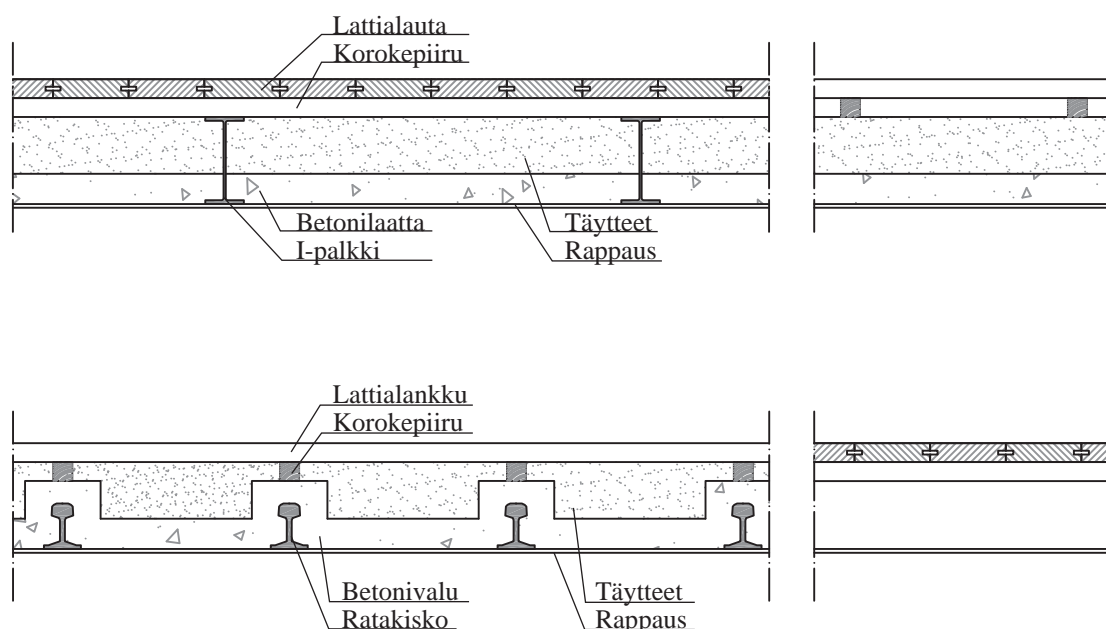


Puupalkiston liittyminen tiilimuriin ankkuriraudalla. Vasan pää on suojattu tuohella ja tervalla. Myöhemmin vuosisadan vaihteessa suojaamiseen oli markkinoilla myös siihen erikseen tarkoitettuja pahveja ja papereita, vassoista tavallisesti joka kolmas tai neljäs on ankkurivasa.

Kuva 2.2.3: Puupalkiston eri vaihtoehtoja ja liittyminen runkoon 1:20. Kuva: Suvi Takko

2.3 Teräspalkisto

Paloturvallisuuden parantamiseksi puupalkistojen sijaan kellarin katossa on käytetty I-teräspalkkeja ja alkuperäisestä käytöstä poistettuja ratakiskoja jo ennen 1900-lukua. Teräspalkistoja on lisäksi käytetty myös julkisissa rakennuksissa ja erityisen vaativissa kohteissa jo ennen niiden yleistymistä asuinkerrostalojen välipohjarakenteissa vuoden 1905 taitteessa. Teräspalkistot yleistyivät nimenomaan palamattomuutensa takia, mutta niiden muuten huonot palonkestävyysominaisuudet tulivat nopeasti esiin, kun suojaamattomat teräspalkistot menettivät kantokykynsä huoneistopaloissa. Laajamittainen käyttö asuinkerrostaloissa loppuu vuoteen 1915 mennessä, jonka jälkeen rakennetta käytettiin harvakseltaan vielä joitain vuosia. Teräspalkistojen lyhyt ajanjakso osuu kuitenkin vilkkaille rakennusvuosille 1912-1913, jolloin Helsingissä rakennettiin esimerkiksi Eiran puistokaupunginosaa. Helsingissä vuosina 1905-1915 rakennetut asuinkerrostalot, joista teräspalkistovälipohja hyvin todennäköisesti löytyy, on esitetty kuvassa 2.3.2. (Neuvonen 2002)



Kuva 2.3.1: Teräspalkiston rakenneleikkaus 1:20. Kuva: Suvi Takko

Teräspalkistojen kannattajiin oli valittavana kaksi eri vaihtoehtoa. Käytöstä poistetut vanhat ratakiskot olivat olleet käytössä jo puupalkkien rinnalla 1800-luvun lopussa. Niillä päästiin viiden metrin jänneväleihin, kiskon korkeudesta riippuen. Valtion rautatiet käytti omissa rakennuskohteissaan ratakiskoja vuoteen 1920 asti. Valssatut I-teräspalkit olivat saksalaisia tai venäläisiä, niillä oli parempi kantavuus, mutta luonnollisesti myös korkeampi hinta. I-teräspalkkien profiilit on standardoitu Saksassa 1879 ja saksalainen normaaliprofiili on yleisin käytetty poikkileikkaus. Alkuperäisissä rakennepiirustuksissa sen merkintä on Np. tai Np.r. ja korkeus on ilmoitettu millimetreissä. (Neuvonen 2002)

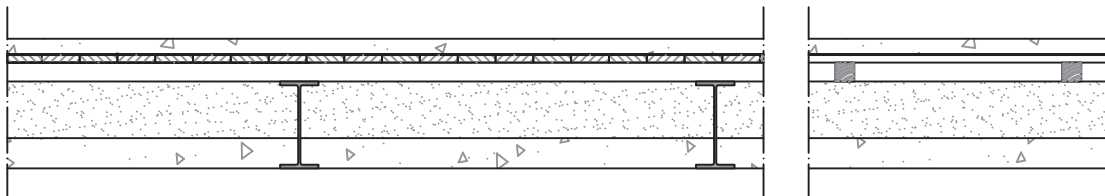


Kuva 2.3.2: Helsingin keskustassa vuosina 1900-1905 rakennetut asuinkerrostalot on merkitty karttaan harmaalla. Näissä taloissa on rakentamisaajan perusteella välipohjarakenteena todennäköisesti joko puupalkisto tai teräspalkisto. Vuosina 1906-1915 rakennetut asuinkerrostalot on merkitty karttaan mustalla. Näissä taloissa on todennäköisesti välipohjarakenteena joko alalaattapalkisto tai teräspalkisto, jossa on betoninen alalaatta. Keskustan lisäksi tällä aikavälillä rakennettiin asuinkerrostaloja myös Etu-Töölöön ja Kallioon. Kuva: Suvi Takko. Pohjakartta, tiedot rakennusten käytöstä ja valmistumisvuodesta: Helsingin kaupungin karttatietopalvelu 2016

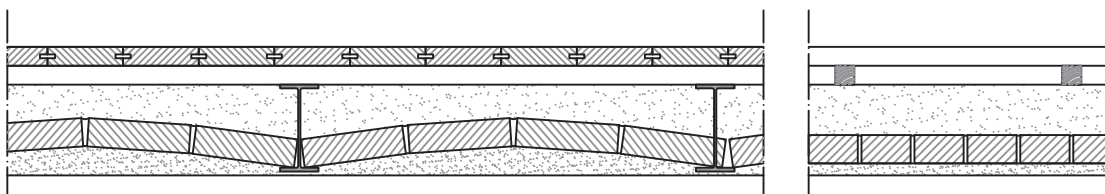
Käyttönsä alkuaikoina teräspalkisto korvasi suoraan puupalkiston ja rakenteet muistuttavat toisiaan. Teräspalkit on sidottu kantavaan tiilimuuriin ja sydänmuuriin palkkien kylkeen niitatuilla ankkuriraudoilla. Katto ja lattiapinnatkin saatettiin tehdä kuten puupalkistoissa: kannattamalla eristeet rossilankkujen varaan, rappaamalla kattopinta ja asentamalla lankkulattia palkkien päälle. Toinen vaihtoehto oli kellareiden katosta ennestään tuttu, tiilestä muurattu matala kappaholvi. Nämä rakenteet ovat kuitenkin harvinaisia, sillä ne on pääasiassa rakennettu ennen vuotta 1905. Teräspalkistot yleistyivät asuinkerrostaloissa samaan aikaan betonin kanssa. Betonin yleistyessä kattopinta valettiin ohuesta betonilaatasta ja sen jälkeen rapattiin. Betonilaatta oli tyypillisesti raudoittamattomana noin 120 mm tai raudoitettuna 80 mm. Paloturvallisuuden parantamiseksi teräskannattajat saatettiin valaa betonin sisään. Valumuotit kuitenkin kannatettiin tavallisesti teräskannattajiin ripustamalla, jolloin kannattajan alalaippa jää betonin alapinnan tasolle, palonkestävyyden kannalta alalaipat olisi kannattanut valaa betonin sisään. Vaikka alalaatta tehtiin betonista valamalla, lattiamateriaali oli kuitenkin yhä lankkua. Sahanpuru ja kutterinpuru yleistyivät täyteinä turvepehkun ollessa yleisimmin käytetty. (Neuvonen 2002)

Rakennuksissa, joihin jo rakennusaikana oli suunniteltu rakennettavaksi märkätilat, rakennettiin märkätilojen välipohjat kuivista tiloista poikkeavaksi. Tyypillisesti kuivien tilojen alalaatat ovat raudoittamattomia ja kantamattomia, mutta märkätilojen kohdalla alalaatat on valettu paksummiksi ja raudoitettu. (Neuvonen 2002)

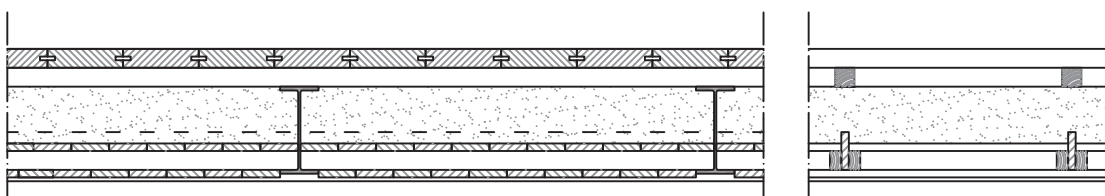
Teräspalkkisto yläpohjassa ja betonista valettu palopermanto



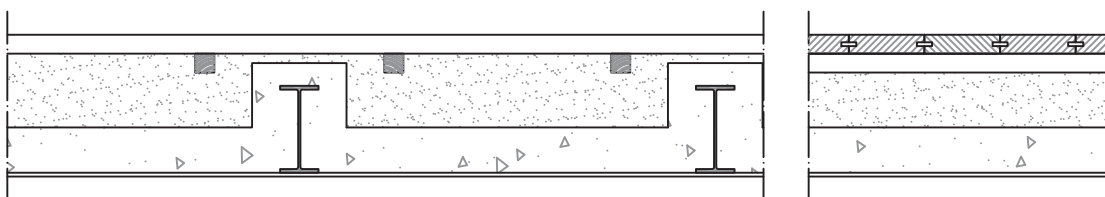
I-palkeilla kannateltu tiilimuurattu kappaholvi



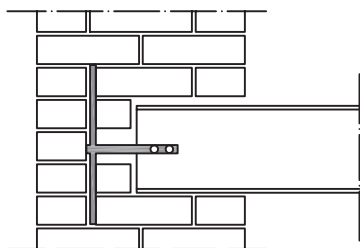
I-palkkeihin tuettu puinen rossipohja



I-palkkien palosuojaus betoniin valamalla.



I-palkin ankkurointi tiilimuriin kylkeen niitatulla ankkuriraudalla.

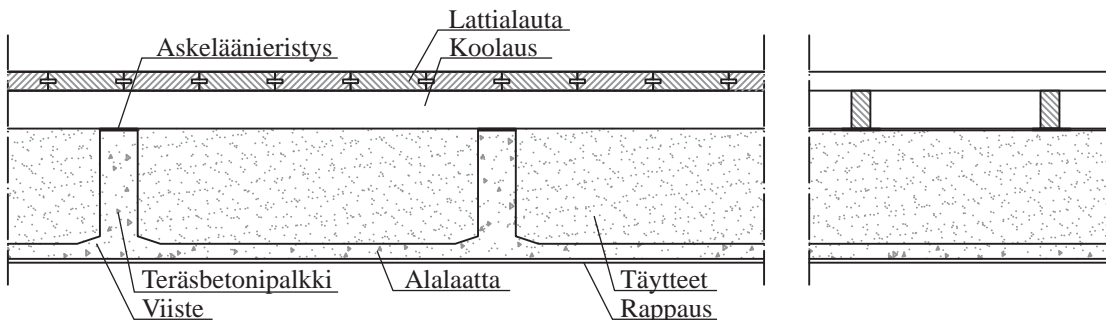


Kuva 2.3.3: Teräspalkkiston eri vaihtoehtoja ja liittyminen runkoon 1:20. Kuva: Suvi Takko

2.4 Alalaattapalkisto

Teräsbetonin käyttö välipohjissa alkoi samaa aikaa teräspalkistojen laajemman käytön kanssa. Betonin sisään valetut teräspalkit eivät toimi kantavana rakenteena yhdessä betonin kanssa, sillä niiden välillä ei ole voimia siirtävää liityntää. Teräsbetonissa raudoiteteräokset ja betoni toimivat yhdessä. Betonilla on suuri puristuslujuus, mutta alhainen vetolujuus. Teräs sen sijaan sitkeänä materiaalina sopii vetojännitysten vastaanottamiseen, mutta ilman ympäröivää betonia hoikkien teräsprofiilien puristuskestävyys jää nurjahduksen takia alhaiseksi. Teräsbetonirakenteiden suunnittelu ja mitoitus perustuvat ajatukseen, jossa taivutetun palkin yläreunan betoni ottaa vastaan puristusjännitykset ja alareunan vetoteräokset taas vetojännitykset. Samalla betoni suojaa terästä palolta ja korroosiolta. Ennen elementtirakentamisen läpimurtoa 1960-luvulla teräsbetonisista välipohjista voidaan asuinkerrostaloissa erottaa kaksi välipohjatyyppeä: alalaattapalkisto ja massiivilaatta. Näiden lisäksi teräsbetonin käytön alkuvuosikymmeninä 1910-1920 käytössä oli myös muita teräsbetonisia palkistorakenteita, jotka on esitelty luvussa 2.6. (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989)

Erilaisten teräsbetonisten palkistorakenteiden kokeilujen jälkeen alalaattapalkisto vakiintuu yleisimmäksi välipohjatyypiksi vuoteen 1920 mennessä. Rakenteena se on monimutkainen ja vaatii paljon työtä ja puutavaraa, mutta säästää betonia ja terästä. Alalaattapalkiston käyttö osuikin siksi nimenomaan maailmansotien aiheuttamien pula-aikojen yhteyteen, jolloin betoni ja teräs olivat kalliita ja niistä oli pulaa. Kun säännöstely ja lama olivat ohi, alalaattapalkisto korvaantui nopeasti massiivilaattalla vuosien 1952-1953 aikana. 1920-1950 rakennetuissa asuinkerrostaloissa alalaattapalkisto on käytännössä ainoa välipohjatyyppeä. (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989)



Kuva 2.4.1: Teräsbetonisen alalaattapalkiston rakenneleikkaus 1:20. Kuva: Suvi Takko

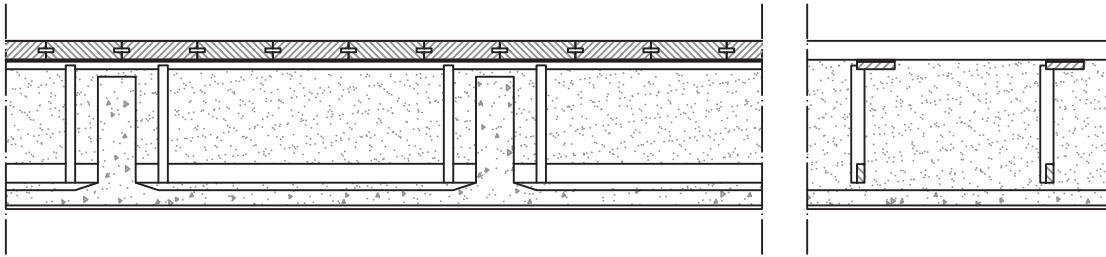
Alalaattapalkisto koostuu nimensä mukaisesti alalaatasta ja kantavasta palkistosta. Kantava teräsbetonipalkki on tavallisesti suorakaiteen muotoinen, mutta rakenteen optimoimiseksi myös muita muotoja on käytetty. Palkkien liittämiseksi tiilimuuriin ei tarvittu erillisiä ankkureita, 1,5 kiven seinissä käytettiin kuormantasauspalkkia ja teräsbetonipilarirungon kanssa primääripalkkeja. Ohut kantamaton alalaatta on rakenteen ongelmakohta. Säästösyistä alalaatat valettiin mahdollisimman ohuiksi, sillä ainoa niille tuleva kuorma oli välipohjan täytteiden paino. Kevyesti raudoitettut alalaatat saattavat olla vain 40 mm paksuisia ja huonosti raudoitettuina ne irtoilivat palkeista. Alalaattapalkiston palkit ovat tyypillisesti kooltaan noin 300-400 mm x 100-150 mm, niiden keskinäinen etäisyys on metrin tai hieman enemmän ja jänneväli tavallisesti 5-6 metriä. Lisäksi rakennetta jouduttiin vahvistamaan erityistä huomiota vaativissa kohdissa, kuten tavallista raskaampien väliseinien tai kylpyhuoneiden alla, lisäämällä ylimääräisiä kannatuspalkkeja ja alalaatan korkeutta. (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989)

Lattiapinta tehtiin alalaattapalkistoon erillisenä. Puulattian korokkeet tuettiin yleensä joko suoraan palkkien päältä tai kiripuiden avulla. Betonilattiat valettiin erillisinä muottilaudoituksen tai eristeiden päälle. Sekä puu- että betonilattian rakentamiseen oli useita erilaisia vaihtoehtoja. Välipohjien täytteenä säilyi myös alalaattapalkistojen aikakaudella turvepehku. Sahanpuru ja kutterinpuru yleistyivät 1920-luvulta alkaen. Kevyempien täytteiden päälle asetettiin painotäytteeksi koksikuonaa, masuunikuonaa tai ruukinporoa. Palavaa täytettä suojaavan kerroksen tuli olla 30 mm tai paksumpi. Askeläänieristeenä lattiarakenteen ja teräsbetonipalkkien välissä käytettiin huokoisia rakennuslevyjä, lasi- tai vuorivillaa sekä lautoja. (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989)

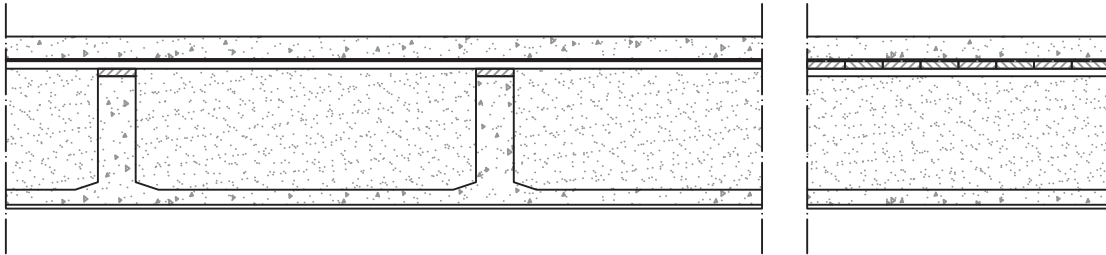
Mikäli puinen lattiarakenne tuettiin kiripuiden varaan, tuli palkkien alareunoihin valaa viisteet, mutta usein ne valettiin pelkästään rakenteen vahvistamisen takia. Viiste kannatti kiripuita, mutta myös suojasi alalaatan ja palkkien välisiä raudoituksia ja vahvisti liitosta. Tyypillinen 20 mm korkea ja 60 mm leveä viiste saatiin aikaan nostamalla palkkien sivumuotteja valun yhteydessä. (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989)

Alalaattapalkistoissa käytettiin usein märkätiloissa kuivia tiloja vahvempia alalaattoja. Märkätilojen alalaatat on rakennettu kuivien tilojen alalaattoja palksummiksi ja ne on raudoitettu. Märkätilojen pintalaatta ja siltä tulevat kuormat on joissain tapauksissa kannatettu välipohjatäytteiden välityksellä osittain alalaatalle. Kuivien tilojen alalaatat ovat tyypillisesti ohuita ja kantamattomia. (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989)

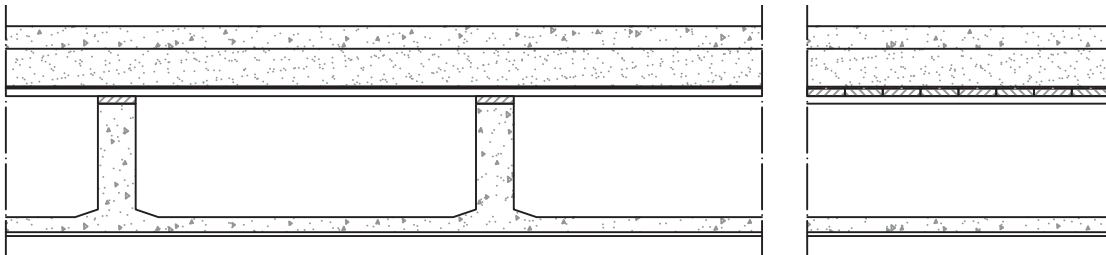
Alalaattapalkisto, lankkulattia kannatettu kiripuille



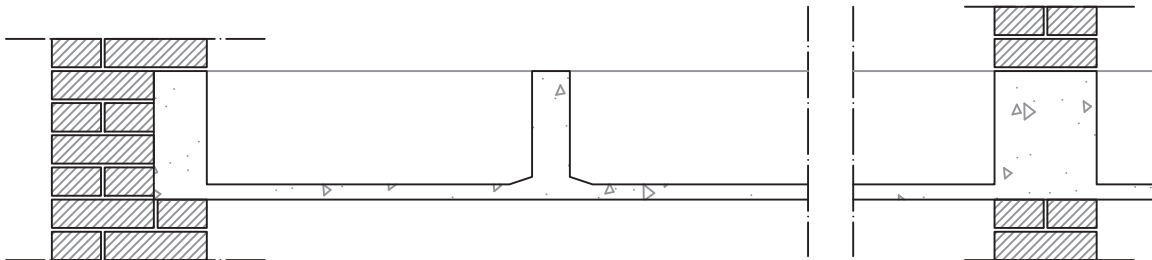
Alalaattapalkisto, erillinen pintabetonilaatta valettu aluslaudoituksen päälle



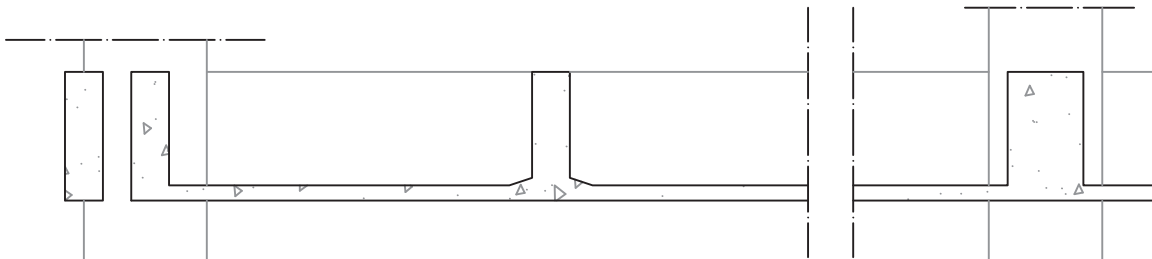
Alalaattapalkisto, yläpohjan palopermanto



Alalaattapalkisto, liittyminen tiilimuurirunkoon



Alalaattapalkisto, liittyminen betonipilarirunkoon primääripalkilla.
Ulkoseinän primääripalkki on lämmäneristysyistä kaksiosainen

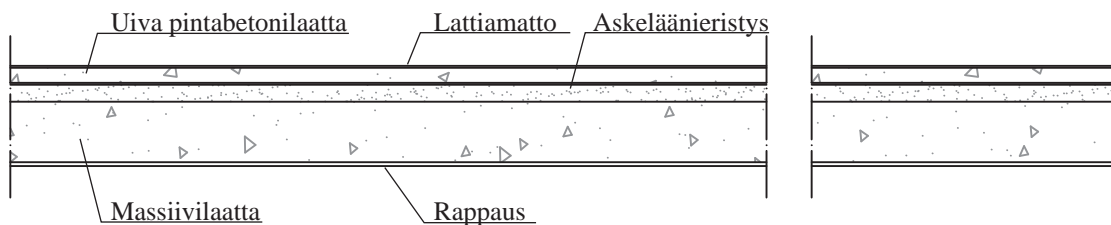


Kuva 2.4.2: Alalaattapalkiston vaihtoehtoja ja liittyminen runkoon 1:20. Kuva: Suvi Takko

2.5 Massiivilaatta

Massiivilaattaa on asuinkerrostalojen välipohjarakenteena kokeiltu ensimmäisiä kertoja jo 1930-luvulla, mutta toinen maailmansota ja sen aiheuttama materiaaalipula katkaisi rakenteen käytön. Kun säännöstely ja pula hellittivät Suomessa sotakorvauksien maksun loputtua 1952 massiivilaatta yleistyi nopeasti ja jo seuraavana vuonna 1953 siitä tuli yleisin välipohjatyypipi. Massiivilaatan käyttö loppuu elementtirakenteiden läpimurtoon 1960-luvulla. (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989)

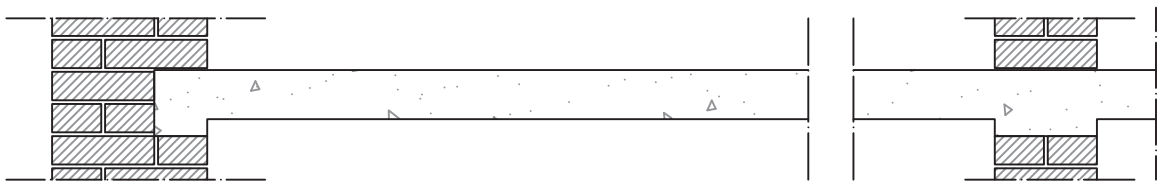
Massiivilaatta on aikaisempiin palkistomaisiin välipohjarakenteisiin verrattuna yksinkertainen. Kantava rakenne on tasapaksu ristiin raudoitettu teräsbetonilaatta, jonka paksuus on tavallisesti 150-170 mm, mutta ohuempiaakin laattoja on käytetty. Liittyessään tiilimuurirunkoon massiivilaatta valettiin usein yhdessä aukkopalkkien kanssa. Teräsbetonipilarirungossa massiivilaatan reunapalkki toimii ulkoseinän kannatuspalkkina ja aukkopalkkina. (Mäkiö 1989)



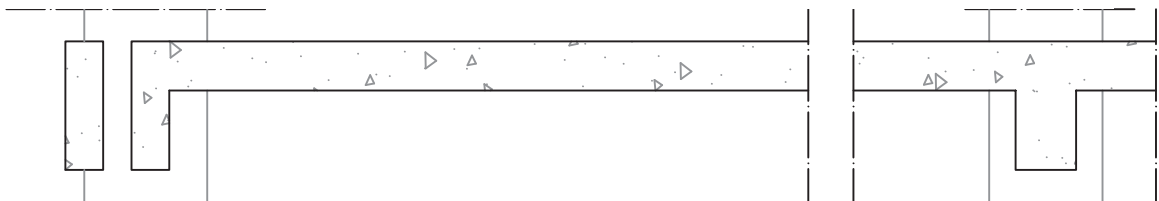
Kuva 2.6.1: Massiivilaatan rakenneleikkaus 1:20. Kuva: Suvi Takko

Massiivilaattaa edeltäneeseen alalaattapalkistoon verrattuna betonin ja teräksen menekki oli suurempi, mutta työ- ja muottikuluissa säästettiin. Massiivilaatta on lisäksi rakennekorkeudeltaan palkistomallisia välipohjarakenteita huomattavasti matalampi, erillisen eristekerroksen päällä uivan pintalaatan kanssa raudoitettun massiivilaattarakenteisen välipohjan korkeus jäi alle 200 mm. Massiivilaattoja rakennettiin ensin ilman eristystä ja uivaa pintalaattaa, mutta tällaisen rakenteen askeläänieristys on huomattavan huono. Eristeenä käytettiin lastuvillalevyä, ruukinporoa, koksikuonaa, vuorivillaa, kovalevykorkkia, sahapurubetonia tai hehkutettua hiekkaa. (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989)

Massiivilaatta, liittyminen tiilimuurirunkoon



Massiivilaatta, liittyminen betonipilarirunkoon primääripalkilla



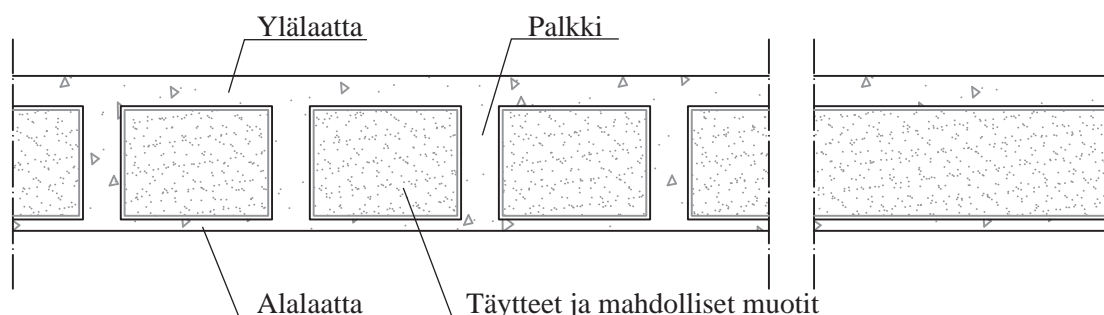
Kuva 2.6.1: Massiivilaatan liittyminen runkoon 1:20. Kuva: Suvi Takko

2.6. Muut palkistorakenteiset välipohjat

Teräsbetonin käyttö välipohjissa alkoi yleistyä 1910-luvulla. Uuden materiaalin innoittamana ja sen tehokkaimman käytön löytymiseksi 1900-luvun ensimmäisinä vuosikymmeninä kehitettiin ja käytettiin monia erilaisia teräsbetonisia välipohjarakenteita. Eri vaihtoehtoista asuinkerrostaloissa laajamittaiseen käyttöön valikoitui vuoteen 1920 mennessä alalaattapalkisto. Palkistomainen rakenne on tyypillinen lähes kaikille käytetyille välipohjaratkaisuille ja erot syntyvät yleisimmin palkistojen väliin jäävän tilan järjestämisestä. Usein näissä palkistomaisissa välipohjarakenteissa lattiarakenteena toimiva ylälaatta on kantava, eikä sitä voida purkaa kuten esimerkiksi alalaattapalkiston tai puu- ja teräspalkistojen lattiarakenteita. (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989)

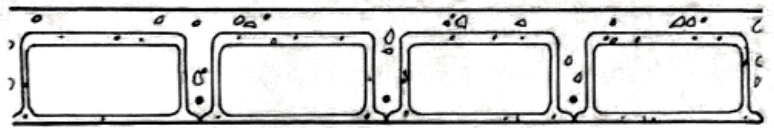
Palkistomaisista rakenteista voidaan erottaa vielä kaksi alaryhmää; alalaattalliset ja alalaattamattomat välipohjarakenteet. Alalaattallisissa välipohjarakenteissa, kuten kaksoislaattapalkistossa tai Silenda-järjestelmässä ylempien osien valu on tehty alalaatan päälle nostettujen muottien tai täyteaineiden päälle. Rakenteissa, joissa ei ole alalaattaa valu on tehty yhdellä kertaa ja palkkien alapinta on samassa tasossa palkkien muottina käytettyjen rakenneosien kanssa. Tällaisia rakenteita ovat esimerkiksi ontelotiiliin perustuvat Juho Tapanin välipohja vuodelta 1913, Otto Weyerstallin välipohja vuodelta 1908 sekä Julius Kahnin välipohja vuodelta 1909, jotka on esitetty kuvassa 2.6.2. (Neuvonen 2002)

Kaksoislaattapalkisto (kuva 2.6.1) on yleinen välipohjarakenne julkisissa- ja teollisuusrakennuksissa 1900-luvun ensimmäisellä puoliskolla. 1920-1930 sitä käytettiin jonkin verran myös asuinkerrostaloissa, mutta huonojen ääneneristysominaisuuksiensa takia sen käyttö jäi vähäiseksi. Rakenteeltaan kaksoislaattapalkisto eroaa alalaattapalkistosta siten, että betoninen ylälaatta on valettu osaksi kantavaa rakennetta. Ylä- ja alalaatan väliin jäävät ontelot täytettiin lämmön- ja ääneneristeillä erillisestä ylälaatan aukosta käsin. Monissa tapauksissa palkkien ja ylälaatan muottilaudoitukset, laatikko, on jätetty purkamatta. Muottilaatikosta välipohjarakenne sai myös toisen nimensä laatikkoholvi. Kaksoislaattapalkistoja valmistettiin monin eri menetelmin, joista yksi yleisimmistä on Castrén-Helanderin laatikkokatto vuodelta 1908. Laatikkokaton valumuotteina toimivat valmiit laatikot, jotka voitiin valmiiksi täyttää eristeellä ja jättää valmiin rakenteen sisään purkamatta. (Mäkiö 1989, Neuvonen 2002)

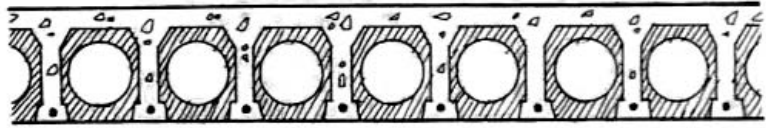


Kuva 2.6.1: Kaksoislaattapalkiston rakenneleikkaus 1:20. Kuva: Suvi Takko

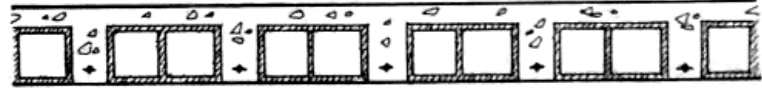
Juho Tapani 1913



Otto Weyerstall 1908



Julius Kahn 1909




Kuva 2.6.2: Ontelotiilivälipohjia 1:20: Kuva: Neuvonen 2002

Juho Tapanin, Julius Kahnin ja Otto Weyerstallin välipohjarakenteissa palkkien välit tehtiin ontelotiilistä (kuva 2.6.2). Näitä välipohjarakenteita löytyy ainakin muutamista vuosina 1908-1923 rakennetuista asuinkerrostaloista Kampissa, Punavuorella ja Kaartinkaupungissa. Ontelotiilisistä välipohjista ainakin Kahnin välipohjajärjestelmä oli laajemmin käytössä teollisuus- ja toimistorakennuksissa. Turvepehkupaaleista tehtyä Silenda-levyä markkinoitiin vaihtoehtoksi ontelotiilille (kuva 2.6.3). Vuonna 1920 turvepehkun etuihin luettiin paremmat ääneneristysominaisuudet sekä vettä imemätön pinta. (Neuvonen 2002, Esbo Torfströ AB 1920)

Huomattava uutuus rakennusalalla!

“SILENDA”
ERISTYS- JA TÄYTE-
KAPPALEITA BETONI-
RAKENTEITA VARTEN
PATENTTI N:o 6150



TAVARAMERKKI

SILENDA-TÄYTEKAPPALEITA valmistaa ja myy
ESBO TORFSTRÖ AKTIEBOLAG
Konttori: Helsinki, Nervanderinkatu 5. Puhelin 8131.
Tehdas: Kilo, Puhelin 11.

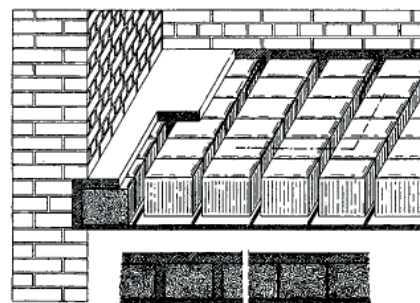
Silenda täytekappaleet.

SILENDA-täytekappaleet muodostavat uuden *kotimaisen* rakennusaineen, joka on tarkoitettu käytettäväksi betoniseinien ja välikatotien eristämiseen ja täyttämiseen, samalla toimien kaavoina kannattavaa rakennetta määrättäessä.

Täytekappaleet valmistetaan turvepehkusta, joka kokoonpuristettuna ahdetaan vahvoihin ja vedenkestäviin pahvikoteloihin. Täten aikaansaadaan tarkoitukseen sopivanmuotoisia ja tarpeellisen vahvoja erinomaisen kevyitä ja eristäviä kappaleita.

Silenda välikatot.

SILENDA-kappaleita voidaan käyttää mitä erilaisimpiin tarkoituksiin ja jokainen rakennusammattimies huomaa helposti kuhunkin tapaukseen sopivimman muodon. Pääasiallisimmin käytetään niitä kuitenkin rautabetonivälikatoissa, jolloin niitä käytetään samalla ta-



Kuva 1.

valla kuin nykyään laajan käytön saaneita reikätiiliä. Helposti huomataan missä suhteessa SILENDA-palkistot ovat reikätiiliholveja etevämmät kun otetaan huomioon, että edellisissä akustisessa suhteessa kaikupohjana vaikuttavat ontot osat ovat täytetyt hyvin sultulla, pehmeällä ja kimmoisella aineella, ominaispainon samalla huomattavasti pienentyessä. Täytekappaleiden etuisuutena on vielä mai-

Kuva 2.6.3: Silenda-järjestelmän mainos 1920. Kuva: Kansalliskirjaston digitoidut aineistot

3 Rakenteiden korjaamisen lähtökohdat

3.1 Korjausrakentamista koskevat viranomaismääräykset

3.1.1 Voimassa olevat määräykset

Rakentamista säätelevät maankäyttö- ja rakennuslaki, maankäyttö- ja rakennusasetus sekä rakentamismääräyskokoelma on säädetty uudisrakentamista varten. Näistä rakentamismääräyskokoelma uudistuu vuoteen 2018 mennessä ja uudet osat sisältävät erikseen ohjeet myös korjausrakentamiselle. Maankäyttö- ja rakennuslaki ja -asetus sisältävät rakenteiden ja niiden korjaamisen kannalta vain hyvin yleisiä säädöksiä. Tarkemmin rakenteita koskevia säädöksiä on rakentamismääräyskokoelmassa. Rakentamismääräyskokoelma on nimensä mukaisesti kokoelma Ympäristöministeriön antamia asetuksia, jotka on jaoteltu kahdeksaan aihealueeseen.: lujuus ja vakaus, paloturvallisuus, terveellisyys, käyttöturvallisuus, esteettömyys, meluntorjunta ja ääniolosuhteet, energiatehokkuus. Maankäyttö- ja rakennuslain, -asetuksen ja rakentamismääräyskokoelman lisäksi rakentamista säätelee lisäksi kunnan tai kaupungin rakennusjärjestys.

Maankäyttö- ja rakennuslaissa (MRL 132/1999) korjausrakentamisen periaatteista säädetään 117§ seuraavaa: ”Korjaus- ja muutostyössä tulee ottaa huomioon rakennuksen ominaisuudet ja erityispiirteet sekä rakennuksen soveltuvuus aiottuun käyttöön. Muutosten johdosta rakennuksen käyttäjien turvallisuus ei saa vaarantua eivätkä heidän terveydelliset olonsa heikentyä.” Tämän säädöksen hengessä uudisrakennuksia koskevia säädöksiä on sovellettu korjausrakentamiseen joustavasti. Perusperiaate on, että määräyksiä on sovellettu vain siltä osin, kuin rakenteisiin tai tiloihin on tehty muutoksia (YM 2016).

Välipohjat toimivat rakennuksissa kantavina rakenteina, palo-osastoivina rakenneosina sekä ääntä eristävinä rakenneosina huoneistojen välillä. Vanhoissa välipohjissa käytettyjen täyte- ja eristemateriaalien pilaantumisen takia joskus myös terveyttä koskevat säädökset ja ohjeet tulee huomioda korjausta suunniteltaessa. Kaikkien näiden määräysten periaatteena korjaus- ja muutostöissä on, että rakenteen ominaisuuksia ei saa heikentää, ne on korjattava vähintään vastaamaan rakennusaikaisia määräyksiä ja oleelliset puutteet on korjattava uusien määräysten mukaisiksi.

Ympäristöministeriön asetus (477/2014) kantavista rakenteista on osa jo uusittua rakentamismääräyskokoelmaa. 10§ (YM 477/2014) käsittelee rakenteiden kantavuutta korjaus- ja muutostöissä. Sovellettavat säädökset ja ohjeet riippuvat siitä, lisääntyykö rakenteille kohdistuva kuorma muutostöistä johtuen. Tilanteessa, jossa rakenteita korjataan ilman kuormituksen lisääntymistä, sovelletaan rakennusajankohtana voimassa olleita säännöksiä ja vallinnutta hyvää rakentamistapaa. Kuitenkin huomioiden maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL 132/1999 117§), jonka mukaan rakenteen ominaisuuksia ei saa heikentää. Korjatun rakenteen täytyy siis ominaisuuksiltaan vastata alkuperäistä ja noudattaa rakennusaikaisia määräyksiä. Tilanteessa, jossa rakenteille kohdistuva kuorma lisääntyy, on noudatettava uusia ja vahvistettavia rakenteita koskevia säädöksiä. Kuormien muutosten lisäksi korjaustyössä tulee ottaa huomioon rakenteen ja rakennuksen ominaispiirteet. Rakennushistoriallisesti arvokkaiden tai huonokuntoisten rakennusten ja rakenteiden kohdalla ominaispiirteiden selvittämistä vaaditaan erikseen. Käytetyt materiaalit, työtavat ja rakenteet tulee olla tiedossa aina korjaus- tai muutostyöhön ryhdyttäessä. (YM 477/2014 10§)

Samaa periaatetta sovelletaan myös palomääräysten osalta. Mikäli rakennuksen tai tilan käyttötarkoitus tai turvallisuustaso ei muutu, myöskään rakenteellisia muutoksia paloturvallisuuden parantamiseksi ei tarvitse tehdä. Oleelliset henkilöturvallisuuden puutteet suositellaan korjattavaksi tai parannettavaksi nykyiseen vaatimustasoon muutostöiden yhteydessä. Rakennukseen, jonka paloturvallisuus on heikko, pitäisi sijoittaa toimintoja, joiden turvallisuusvaatimukset ovat vähäiset. Oleellisia vaatimuksia ovat seuraavat: kantavien rakenteiden palonkesto on palonkestoajan mukainen, palon ja savun kehittyminen ja leviäminen on rajoitettua, palon leviäminen lähistön rakennuksiin on rajoitettu, rakennuksesta on voitava poistua palon sattuessa tai henkilöt on muuten voitava pelastaa sekä pelastushenkilöstönturvallisuus on otettu huomioon. Puutteiden vaatimusten täyttymisessä ovat oleellisia puutteita, jotka on korjattava. Rakennuksen kerrososastoinnin kannalta vanhat välipohjat saattavat olla ongelmallisia. Vanhojen välipohjien täytteitä ei yleensä tarvitse vaihtaa paloturvallisuuden takia, mutta rakenteen palonkestoajan tulee olla riittävä. Palonkastoaikaa voidaan pidentää suojauksella. Esimerkiksi kivirakenteisten kerrostalojen puiset välipohjat suojataan alapuolista paloa vastaan sopivin menetelmin. Erityisesti linjasaneerausten yhteydessä läpivientien tiivistäminen on paloturvallisuuden kannalta erityisen olennaista. Palo-osastovien rakenteiden läpiviennit tiivistetään niin, että tiivistyksen palonkesto aika on sama kuin läpäistävissä rakenteessa, erityistä huomiota kiinnitetään muoviviemäreiden käyttöön. Läpivientien eristämisessä myös ääneneristysvaatimukset on otettava huomioon.

(Kauppinen 2003)

Ympäristöministeriön asetus (4/2013) rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä on vaikuttanut korjausrakentamiseen voimakkaasti. Se on asetuksista ainoa, jossa erikseen vaaditaan rakenteen ominaisuuksien parantamista korjaus- tai muutostöiden yhteydessä, vaikka rakenteen käyttötarkoitus tai siihen kohdistuvat kuormat eivät muuttuisi. Poikkeuksen tekevät suojelut rakennukset ja rakenteet. Rakennusten energiatehokkuuden parantaminen koskee rakenteista rakennuksen ulkovaippaa; seiniä sekä ala- ja yläpohjaa. Välipohjien korjaamiseen se ei vaikuta. (YM 4/2013)

3.1.2 Määräykset 1880-1960

Mitä vanhemmista rakenteista on kyse, sitä vähemmän voidaan luottaa rakennepiirustusten paikkansapitävyyteen ja sitä tärkeämpää on tutkia itse rakennusta tietojen keräämiseksi (Rahikka 1988, Neuvonen 2006). Rakennusaikaisten säädösten tunteminen on välttämätöntä, sillä rakenteet on korjattava noudattaen vähintään rakennusaikaisia säädöksiä (YM 477/2014 10§). Taulukko 3.1.2.1 havainnollistaa kunakin ajankohtana voimassa olleita säädöksiä, jotka on lisäksi listattu taulukossa 3.1.2.2. Säädösten määräämiä arvoja kuormituksille ja paloturvallisuusominaisuuksille on eritelty ja taulukoitu seuraavalla aukeamilla. Rakennusmateriaalikohtaisia määräyksiä on käsitelty tarkemmin luvussa 3.2. Rakentamisen käytäntöjä on kunkin välipohjatyyppin kohdalla käsitelty luvussa 2.

Taulukko 3.1.2.1: Voimassa olleet viranomaismääräykset 1880-1960 (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989)

	1880	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950
Yleiset	Kaupunkien yleinen rakennusjärjestys							
	Helsingin kaupungin rakennusjärjestys				Helsingin kaupungin rakennusjärjestys			
	Asemakaavalaki ja rakennussääntö							
Palo	Kaupunkien yleinen rakennusjärjestys				Laki eräistä naapurussuhteista		Sisäministeriön päätös rakennusten ja rakennusosien palonkestävyyden luokittelusta	
	Helsingin kaupungin rakennusjärjestys				Helsingin kaupungin rakennusjärjestys			
Kuormat					Helsingin rakennustarkastus- tuskonttorin määräys		Helsingin rakennustarkastus- tuskonttorin määräys	
					Helsingin rakennustarkastus- tuskonttorin määräys		Sisäasiainministeriön päätös uusista kuormitusnormeista	
					Helsingin rakennustarkastus- konttorin määräys		Valtioneuvoston päätös betoni ja - rautabetonirakenteita koskevista määräyksistä	
Betoni					Helsingin rakennustarkastus- konttorin määräys		Betoni- normit 1946	
					Helsingin rakennustarkastus- konttorin määräys		Betoni- normit 1954	
					Helsingin rakennustarkastus- konttorin määräys			
Puu					Helsingin rakennustarkastus- konttorin määräys		Puu- normit 1946	
					Helsingin rakennustarkastus- konttorin määräys			
					Helsingin rakennustarkastus- konttorin määräys			
Tiili					Helsingin rakennustarkastus- konttorin määräys		Sisäasiain- ministeriön päätös 277/52	
					Helsingin rakennustarkastus- konttorin määräys			
					Helsingin rakennustarkastus- konttorin määräys			

Taulukko 3.1.2.2: Luettelo rakentamista ja rakenteita koskevista määräyksistä, joita on esitetty taulukossa 3.1.2.1. (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989)

- 1856 Kaupunkien yleinen rakennusjärjestys
- 1875 Helsingin kaupungin rakennusjärjestys
- 1895 Helsingin kaupungin uusittu rakennusjärjestys
- 1913 Ensimmäiset betonia ja teräsbetonia koskevat määräykset.
Helsingin rakennustarkastuskonttorin määräys: Raudoilla jäykistettyä ja jäykistämätöntä betonityötä koskevia säädöksiä, kuin myöskin määräarvoja kuormituksille ja sallituille ainerasituksille.
- 1917 Helsingin kaupungin uusittu rakennusjärjestys
- 1920 Laki eräistä naapuruussuhteista (26/20).
- 1926 Helsingin rakennustarkastuskonttorin määräys: muutoksia vuoden 1913 määräyksiin.
- 1926 Helsingin rakennustarkastuskonttorin määräys: Talvirakennustyömääräykset
- 1929 Ensimmäiset valtakunnalliset rakennusnormit.
Valtioneuvoston päätös betoni ja -rautabetonirakenteita koskevista määräyksistä (Suomen asetuskokoelma 182/1929)
- 1929 Helsingin rakennustarkastuskonttorin määräys: Betoni-, tiili-, puu- ja rautarakenneseikä työmääräyksiä
- 1932 Asemakaavalaki ja rakennussääntö korvaavat aikaisemman yleisen rakennusjärjestyksen ja Helsingin kaupungin rakennusjärjestyksen vuodelta 1917, johon uusi rakennussääntö pitkälti perustuu. Kuormitusmääräykset vastaavat Helsingin rakennustarkastuskonttorin asettamia kuormitusmääräyksiä vuodelta 1913
- 1932 Valtakunnalliset kuormitusnormit
Sisäministeriön päätös eräistä huonerakenteista (Suomen asetuskokoelma 251/32)
- 1936 Paloluokituspäätös Sisäministeriön päätös rakennusten ja rakennusosien palonkestävyyden luokittelemisesta (Suomen asetuskokoelma 81/1936)
- 1936 Valtakunnalliset betoninormit. Valtioneuvoston päätös sisältävä määräykset betoni- ja rautabetonirakenteista (Suomen asetuskokoelma 315/1936)
- 1940 Valtioneuvoston päätös 7.11. muutos Betoninormien rautabetonirakenteiden jännityksiä käsittelevään osaan
- 1941 Uudet kuormitusnormit asuinhuoneistoille ja toimistoille. Sisäasiainministeriön päätös (241/41)
- 1941 Valtioneuvoston päätös 27.3. muutos Betoninormien rautabetonirakenteiden jännityksiä käsittelevään osaan
- 1946 Puunormit (VNp 747/26.9.1946) kumoaa Helsingin rakennustarkastuskonttorin määräyksen vuodelta 1913 ja sisäasiainministeriön päätöksen vuodelta 1932
- 1946 Betoninormit (VNp 739/24.10.1946) Betoni- ja teräsbetonirakenteiden normaalimääräykset, kumoaa vuoden 1936 betoninormit.
- 1952 Sisäasiainministeriön päätös 277/52 muutoksia päätökseen 251/32 koskee muurattuja rakenteita
- 1954 Betoninormit (VNp 188/1.4.1954) kumoaa vuoden 1946 betoninormit.
- 1959 Rakennuslaki ja rakennusasetus kumoavat vuoden 1932 asemakaavalain ja rakennussäännön.

Vielä 1900-luvun alussa asuinkerrostalojen rakentamisen yleistyessä ei ollut käytössä koko maata koskevia normeja. Vuoteen 1913 asti rakentamista säätelivät yleisen rakennusjärjestyksen ohella kaupunkien rakennusjärjestykset, joista kuitenkin puuttuivat korjausrakentamisen kannalta tärkeät määräykset kuormituksista. Helsingin kaupungin rakennustarkastuskonttori määräsi rakennusten kuormituksille arvoja ensimmäisen kerran vuonna 1913. Kansallisten normien puuttuessa määräykset olivat käytössä Helsingin lisäksi myös muissa kaupungeissa. Ensimmäiset kansalliset normit tulivat voimaan vuonna 1932 ja ne mukailivat hyvin pitkälti Helsingissä silloin voimassa olleita määräyksiä. Tämän luvun taulukoissa määräyksistä on esitetty vain voimaantulovuosi, määräysten tarkemmat tiedot käyvät ilmi edellisen sivun listauksesta.

Mikäli rakenteiden kuormitusta ei lisätä ja rakenteita sen takia vahvisteta, niiden kantavuus perustuu rakennusaikana voimassa olleiden määräysten osoittamiin kuormituksiin. Nämä kuormitukset on tiivistetty taulukkoon 3.1.2.3. Ensimmäinen rakenteiden kuormituksia koskeva määräys on Helsingin rakennustarkastuskonttorin vuonna 1913 antama Määräarvoja kuormituksille ja sallituille ainerasituksille. Määräys sisältää hyötykuormien arvoja eri tiloille, sekä arvoja vesikattoon kohdistuville kuormille. Vuoden 1913 määräysten arvot vastaavat pitkälti nykyään voimassa olevia arvoja tavallisen asuinrakennuksen tilojen osalta. Asuinhuoneen hyötykuorma, joka nykyään on 2 kN/m^2 , oli vuoden 1913 määräyksessä $2,5 \text{ kN/m}^2$ kivirakenteisille ja 2 kN/m^2 puurakenteisille rakennuksille. Vuoden 1932 kansallisissa kuormitusnormeissa arvo on 2 kN/m^2 kaikille asuinhuoneille. Myös nykyistä 4 kN/m^2 tungoskuormaa vastaava kuormitus porrastiloissa ja kokoushuoneissa on ollut sama vuodesta 1913 asti. Sen sijaan varastotilojen hyötykuorman arvo on määräyksissä noussut lähes kaksinkertaiseksi vuodesta 1913 nykypäivään. Asuinkerrostalojen osalta on lisäksi kuitenkin huomioitava kuormien vähentäminen kerroksittain. Rakenteen kuormittuessa useamman kerroksen vaikutuksesta hyötykuormia sai vähentää. Pääasiallinen, eniten kuormitusta aiheuttava kerros on otettava huomioon kokonaan. Muiden kerrosten hyötykuormista sai vähentää peräkkäin 15%, 30%, 40% ja jäljellä olevien 50%. Välipohjien kuormittuessa vain yhden kerroksen hyötykuormasta tämä helpotus ei siis koske niitä rakenteena. Pilareiden ja kantavien seinien osalta määräys sen sijaan vaikuttaa kuormitukseen ja kantavuuteen selvästi etenkin monikerroksisissa rakennuksissa. (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989, SFS-EN-1991-1-1)

Paloturvallisuuden parantaminen oli yksi rakennusjärjestysten tärkeimmistä tehtävistä 1800-luvun lopussa ja 1900-luvun alussa. Kivitalojen suosiminen, empire-tyylinen asuma-kaavoitus ja esimerkiksi määräys kellareiden katon holvaamisesta tähtäsivät paloturvalliseen kaupunkiin. rakennusjärjestysten määräykset koskivat rakennusten korkeuksia ja etäisyyksiä sekä käytettyjä materiaaleja ja rakenteita. Varsinaisia palonkestoon liittyviä ominaisuuksia, kuten ne nykyisissä määräyksissä ymmärretään, ei määritelty. (YM 2003)

Niin kutsuttu paloluokituspäättös annettiin vuonna 1936. Päättös sisälsi rakennusten ensimmäiset paloluokittelut ja niitä vastaavat nimitykset sisältöineen. Paloluokituspäättös jakaa rakennukset ja rakenneosat neljään luokkaan: A palonkestävä, B paloa pidättävä, C paloa hisastava ja D palonarka. Palonarat rakennukset on edelleen jaettu kolmeen luokkaan palonarkuuden syystä riippuen. Paloluokituspäättös oli voimassa vuoden 1962 palonkestävyyspäättöksen antamiseen asti. Asuinkerrostalot kuuluvat joko luokkaan B, jos ne ovat alle 11 metriä korkeita tai muutoin luokkaan A. Molemmissa luokissa puupalkit ovat kiellettyjä, A-luokan välipohjat ja palkit tulee rakentaa palonkestäviksi ja B-luokan välipohjat vähintään

paloa pidättäviksi. Välipohjarakenteen materiaalit on A-luokassa rajattu teräsbetoniin ja tiiliholveihin, päällysteenä vaikeastisyttyvä puulaatu, kumi tai linoleumi. B-luokassa muualla kuin kerroksen katossa määräys mahdollistaa myös puun ja teräksen käytön tietyin rajoituksin A-luokan rakennuksien palo-osastojen maksimikoko on 600m² ja osastot tulee eristää toisistaan palonkestävillä seinillä. (YM 2003)

Taulukko 3.1.2.3: Kuormitusta koskevien määräysten hyötykuormien arvot (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989)

Hyötykuormat (kN/m ²)	1913	1932	1941
Asuinhuoneet	2,5	2,5	2
Asuinhuoneet puurakennuksissa	2	2	2
Toimistohuoneet		2,5	2
Myymälät ja myymälöiden varastot	3,5	3,5	
Kokoussalit, portaat ja porrashuoneet	4	4	4
Ullakot	1,5	1,5	1,5
Pihat kellarien päällä	5	5	
Varsinaiset varastohuoneet		5	
Vesikaton kuormitukset	2	2-3,25	
Kuormien vähentäminen kerroksittain.	15/30/40 ja loput 50%		
Lähinnä kuormittava kerros 100%, muut:			

3.2 Korjattavien materiaalien ominaisuuksia

3.2.1 Puu

Asuinkerrostalojen välipohjarakenteissa on kantavissa rakenteissa käytetty puuta puupalkistoissa. Lisäksi puiset lankkulattiat ovat yleisimpiä lattiarakenteita puupalkistoissa, teräspalkistoissa ja osittain myös alalaattapalkistoissa välipohjissa. Puun materiaaliominaisuudet pohjautuvat sen solurakenteeseen ja puun rungon toimintaan kasvin elinaikana. Orgaanisena materiaalina puu on altis syöpäläisille ja lahottajasienille. Lahon lisäksi halkeilu on toinen tyypillisistä lujuutta laskevista vaurioista. (Kortesmaa 1988, Charles 1984)

Valmiissa rakenteissa puu sietää suuria muodonmuutoksia ja suuret taipumat ovat vanhoille, kuormitetuille puurakenteille ominaisia. Puun muodonmuutosten sietokyky on hyvä ja suuret taipumat, mikäli ne aiheutuvat staattisesta kuormituksesta, eivät heikennä rakenteen kantokykyä. Puurakenteet taipumat ovat suurimpia tilanteissa, jossa kuormitus on ollut pitkäaikaista ja kosteus- olosuhteet vaihtelevia. Koska suuret muodonmuutokset ovat puulle ominaisia, ne otetaan huomioon jo rakenteen toiminnan suunnittelussa. Puurakenteet on yleensä toteutettu staattisesti määrättyinä rakenteina, jolloin mahdolliset painaumat eivät juuri vaikuta rakenteen toimintaan. Puurakenteiden liitokset ovat jäykkyydeltään pieniä verrattuna rakenneosiin, joten niiden muodonmuutoskyky on suuri. Tyypillinen suunnitteluvirhe on, että muodonmuutosten vaikutusta ei ole otettu huomioon liitoksia suunniteltaessa ja liitosten kapasiteetti on siksi laskenut muodonmuutosten myötä. (Kortesmaa 1988)

Kuiva puu, jonka kosteus on alle 18% ei lahoa. Lahottajasienten menestymiselle otollisimmat olot ovat puun 40-80% kosteus ja +15-35 asteen lämpötila. Lahottajasienet erittävät entsyymejä, joiden vaikutuksesta puun selluloosa hajoaa ja puu haurastuu ja lohkeilee. Ensijainen lahoamisen ehkäisy on siis puun pitäminen kuivana. Eri lahottajasienien aiheuttamien vaurioiden tunnistaminen on tärkeää, sillä eri lajeille sovelletaan eri korjausmenetelmiä. Yleisimmät Suomessa esiintyvät lajit ovat kellarisieni, laakakääpä ja lattiasieni. Näistä lattiasieni vaatii laajempaa korjaamista, kun muille riittää tavallisesti lahonneen osan poistaminen ja korvaaminen. Lahoamiseen johtanut liian suuri kosteus on kuivatettava ja sen aiheuttaneet virheet korjattava uuden lahoamisen estämiseksi. Lattiasieni (*Serpula lacrymans*) muodostaa rihmastojänteitä, joilla se siirtää kosteutta kuivaankin puuhun ja on siksi muita lahottajasieniä vaikeampi hävittää. Hyönteisten aiheuttamat vauriot esiintyvät yleensä lahottajasienten aiheuttamien vaurioiden kanssa, sillä Suomessa esiintyvät puuta syövät hyönteiset pystyvät käyttämään hyödykseen vain kosteaa puuta ja lahottajasienten muokkaamat puusolukot sopivat hyönteisten ravinnoksi paremmin. (Turpeinen 2005, Kortesmaa 1988, Viitanen 1986)

Puu halkeilee kutistuessaan kuivumisen yhteydessä. Massiiviselle sahatavaralle, kuten puupalkistojen kantavat vasat, kuivumiseen liittyvä liiallinen halkeilu on erityinen vaaratilanne. Kuivumishalkeamien ylittäessä kolmanneksen palkin leveydestä palkki on menettänyt merkittävän osan kapasiteetistaan. Suurimmat riskit liittyvät rakennusaikaiseen kuivumiseen. Myöhempien kosteusvaihteluiden aiheuttama halkeilu jää yleensä vähäiseksi, jos kosteuden aiheuttamat muodonmuutokset pääsevät tapahtumaan vapaasti eivätkä aiheuta puuhun sisäisiä jännityksiä. Muodonmuutoksia estävät rakenteet, kuten teräskiinnitykset palkin tuella tai laajalle alalle syiden suuntaa kohtisuoraan kiinnitetyt teräsosat voivat puun

kuivuessa aiheuttaa palkin kantavuutta merkittävästi heikentäviä halkeamia. (Kortesmaa 1988, VTT 2006)

Puu on ortotrooppinen materiaali, joten se kestää eri suuruisia jännityksiä eri suunnista. Kuivumisen lisäksi halkeilu liittyy yleensä jännityksiin, joiden suuntaan puun kapasiteetti on muita huonompi. Erityisesti puun veto- tai puristuslujuuden ylittyminen syitä vastaan kohtisuorassa on tyypillinen puurakenteisiin liittyvä suunnitteluvirhe. Puristuslujuus syitä vastaan kohtisuoraan ylittyessä syntyy puuhun painaumia. Mikäli painaumat ovat merkittäviä, ne saattavat vaikuttaa rakenteen stabiiliuteen. Puun vetolujuus syitä vastaan kohtisuoraan on verrattain pieni ja näkyy ripustuskuormien aiheuttamina halkeamina. Nämä halkeamat palkin alareunan vetoalueella vaikuttavat palkin taivutuskapasiteettiin. Oikea tapa ripustuskuormien siirtämiseen on niiden tuominen palkin yläpinnalle, mutta ripustuskuormien aiheuttamat halkeamat ovat yksi tyypillisimpiä suunnittelu- ja työvirheitä puupalkisoissa. Kuivumisen ja ripustuskuormien lisäksi kolmas halkeilua aiheuttava, rakenteen kantavuuden kannalta epäedullinen tilanne on leikkausrasitusten ylittymisen aiheuttama halkeilu tai esimerkiksi loveuksista aiheutunut halkeilu, jota esiintyy suurten leikkausvoimien alueella. Puun ortotrooppisuus on otettu määräyksissä huomioon asettamalla vuoden 1929 määräyksistä alkaen eri suuruiset sallitun jännityksen arvot erilaisille rasitustilanteille (taulukko 3.2.1.1). (Kortesmaa 1988, VTT 2006)

Taulukko 3.2.1.1: Puurakenteiden sallitut jännitykset viranomaismääräyksissä. Arvot koskevat mäntypuuta (1913) ja ilmakeivää, suorasyistä havupuuta ilman oksia tai muita virheitä. (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989)

Puurakenteiden sallitut jännitykset (kg/cm ²)	1913	1929	1932
Puristusjännitys yleensä	70		
Vetojännitys yleensä	70		
Puristus syiden suuntaan		80	80
Puristus ja veto syiden suuntaan taivutuksen alaisissa rakenteissa		90	90
Puristus syitä kohtisuoraan koko leveydeltä		15	15
Puristus syitä kohtisuoraan osa leveydeltä		25	25
Leikkaus syiden suuntaan	8	12	12
Leikkaus syitä vastaan	16		

3.2.2 Betoni

Vanhoissa välipohjarakenteissa käytetyn betonin laatu ja ominaisuuden vaihtelevat voimakkaasti ainesosien laadusta, suhteutuksesta, lisä- ja korvikeaineista, valusta ja jälkihoidosta riippuen. Betonille ominaista on, että sen lujuuskehitys jatkuu vielä vuosia rakentamisen jälkeen, mistä johtuen vanhojen betonirakenteiden lujuus voi olla tapauksesta riippuen hyvinkin suuri. Tärkein merkki betonin vaurioista ovat halkeamat. Halkeamien koosta, muodosta ja sijainnista voidaan pitkälti päätellä vaurion syy ja vakavuus. Erilaisia halkeamia ja niiden todennäköisiä syitä on esitetty kuvassa 3.2.2.1. (Berghäll 1988)

Valmistusvirheet ovat tavallisimpia syitä vaurioihin ja huonoon kantavuuteen. Betonin huono tiivistäminen on yksi tyypillisimpiä valmistusvirheitä. Tiivistämisen tarkoitus on sovittaa valettu betoni muottiin ja poistaa siitä ylimääräistä ilmaa. Huono tiivistys tarkoittaa muottien jäämistä vajaaksi ja ylimääräisen ilman jäämistä tarvittavan betonin tilalle. Erityisesti, jos raudoituksen ympärillä oleva betoni on tiivistetty huonosti, betonin ja raudoitteiden välinen tartunta jää epätäydelliseksi ja teräkset altistuvat korroosiolle sekä jäävät ilman tarvittavaa suojaa palotilanteessa. Toinen merkittävä valmistusvirhe on terästen väärä sijainti, erityisesti niiden nojaaminen muottia vasten ja jääminen näin ilman suojaavaa betonikerrosta. Kolmas yleinen valmistusvirhe betonirakenteissa, joka vaikuttaa etenkin ohuiden alalaattojen vaurioihin, ovat huonosti tehdyt työsaumat, joiden takia eri osissa valettujen betoniosien tartunta jää puutteelliseksi. Jo rakennusaikana tämä oli tyypillinen ongelma alalaattapalkistoissa, joissa alalaatan ja palkin väliset teräkset oli asennettu huolimattomasti tai niitä ei ollut riittävästi. Riittämättömän tartunnan takia ohuet alalaatat halkeilivat irti palkeista ja menettivät kantavuutensa. Neljäs tavallinen, mutta kantavuuteen merkittävästi vaikuttava valmistusvirhe on massan virheellinen suhteutus. Työmailla betonin valmistusaineiden suhteet mitattiin tilavuuksissa, josta johtuen suhteutus ei ollut tarkkaa. Veden lisääminen massaansa sen työstettävyyden parantamiseksi on erityisen haitallista, sillä se vaikuttaa merkittävästi betonin kapasiteettiin. (Berghäll 1988, Neuvonen 2002)

Erityisesti betonin käytön alkuvuosina valmistusvirheiden lisäksi, myös suunnitteluvirheet ovat olleet tyypillisiä. Monissa tapauksissa syynä ovat olleet puutteelliset tai jopa virheelliset suunnitteluohjeet. Muita betonia vaurioittavia tekijöitä, jotka eivät liity tavallisen välipohjarakenteen korjaamiseen ovat pakkasrapautuminen, voimakas mekaaninen kuluminen, tulipalon aiheuttamat vauriot ja ylikuormitus. (Berghäll 1988)

Vanhojen betonirakenteiden kantavuuksien arvioinnissa käytetään rakennusaikaisten normien edellyttämiä arvoja silloin, kun betonia ei koesteta. Vanhimmissa, vuosien 1913-1936 määräyksissä arvot koskevat kaikkia betoneita niiden suhteutuksesta tai muusta riippumatta (taulukko 3.2.2.1). (Neuvonen 2002)



Terästen korroosio

Välipohjarakenteet ovat säältä suojattuja, joten betoniterästen korroosion syynä on tyypillisesti työvirhe kuten terästen virheellinen asettelu tai betonin puutteellinen tiivistys. Tuntomerkit ovat ruoste ja betonin halkeilu tai lohkeilu terästen kohdalla.



Puutteellinen tiivistys

Puutteellinen tiivistys heikentää betonia jättämällä teräkset suojaamattomaksi, tartunnan puutteelliseksi ja betonin puristuskapasiteetin paikallisesti heikoksi. Tuntomerkit ovat rakenteesta selvästi puuttuvat betonin osat ja harvavalulle tyypillinen kuvio.



Kutistuminen

Kutistumishalkeamat voivat aiheutua plastisesta kutistumisesta heti betonin valamisen jälkeen, lämpötilaeroista kovettumisvaiheessa tai kuivumiskutistumisesta myöhemmin. Kuvan betonipinnan kolmihaaraiset halkeamat ovat tyypillisiä plastisen kutistumisen halkeamille.



Rakenteellinen vaurio

Rakenteen suunnitteluvirheestä tai ylikuormituksesta aiheutuvat halkeamat ovat vakavia ja kertovat rakenteen kapasiteetin menetyksestä. Koska betoni halkeaa vetorasitetulta osaltaan, eri kuormitustilanteilla on omat tyypilliset halkeamakuviot, joista ne voidaan tunnistaa.

Kuva 3.2.2: Betonin halkeilu ja sitä vastaavat todennäköiset vaurioitumismekanismit. (Al-Neshawy 2015, Berghäll 1988)

Taulukko 3.2.2.1: Betonirakenteiden suurimmat sallitut jännitykset vuosien 1913-1936 määräyksissä. Eri betoninormit on taulukoitu erikseen erilaisen luokittelun takia. (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989)

Betonirakenteiden sallitut jännitykset (MN/m ²)	1913	1926	1929	1936
Raudan vetojännitys	120	120	120	120
10cm ohuemmissa laatoissa	100		100	
Betonin kuutiolujuus vähintään				14 tai korotettuna 18
Betonin puristusjännitys, keskeinen puristus	2,5	3,5	3,5	3,5
Osuutena murtolujuudesta	1/4	1/9		1/4 (max. 6)
Betonin puristusjännitys, taivutus ja epäkeskeinen puristus	4	4	4	4
Jatkuvien palkkien tuet, epäkeskeisesti kuormitetut pilarit	5	5		
10cm ohuemmissa laatoissa			3,5	
	1/5	1/6		1/3,5
Osuutena murtolujuudesta				(max. 6,5)
Työntöjännitys taivutuksen yhteydessä				1,4
Korotettuna				1,6

Vuoden 1946 betoninormit jakoivat betonirakenteet ensimmäistä kertaa luokkiin betonin koestetun puristutkestävyyden mukaan (taulukko 3.2.2.2). C-luokan betonille annetut arvot vastaavat vuoden 1936 normeja. Betonin luokittelu mahdollistaa sallittujen jännitysten kasvattamisen huomattavasti aiempaa suuremmaksi ja tehostaa näin betonin käyttöä. Vuoden 1946 betoninormeissa säädetään myös säästö- ja hiekkasäästöbetonin käytöstä. Sodan aiheuttaman pulan takia erilaiset säästöbetonit olivat laajassa käytössä 1940-luvun loppupuolella. Suhteutuksesta riippuen säästöbetonin sallitut jännitykset vastaavat parhaimmillaan B-luokan betonია. (Mäkiö 1989)

Taulukko 3.2.2.2: Sallitut jännitykset vuoden 1946 betoninormien mukaan. (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989)

Betonirakenteiden sallitut jännitykset

Vuoden 1946 Betoninormien mukaan

MN/m ²	A-betoni	B-betoni	C-betoni
Puristuslujuus vähintään	40	20	20
Keskeinen puristus			
Hoikat pilarit, H/a<5 tai H/D<4,4	6	3,6	3,3
Pilarit, H/a<12,5 tai H/D<11	1,5	0,9	0,83
Yhdistetty puristus ja taivutus	7	5	4,5
Yhdistetty taivutus ja veto	0,3	0,3	0,3
Leikkaus	0,5	0,5	0,5

Betonin sallitut jännitykset teräsbetonirakenteissa**Vuoden 1946 Betoninormien mukaan**

MN/m ²	A-betoni	B-betoni	C-betoni
Puristuslujuus vähintään	40	20	15
Keskeinen puristus			
Pilarin sivumitta 20cm	6	3,6	2,4
Pilarin sivumitta 40cm	10	6	4
Yhdistetty puristus ja taivutus			
Rakenteen paksuus 6cm	10,6	6,6	3,6
Rakenteen paksuus 20cm	12	8	5
Leikkaus	1,8	1,8	1,2

Betoniterästen sallitut jännitykset**Vuoden 1946 Betoninormien mukaan**

MN/m ²	A-betoni	B-betoni	C-betoni
Betoniteräs St 37	140	140	120
Betoniteräs St 44	150	150	120
Betoniteräs St 52	180	180	120

Vuoden 1954 betoninormit jakavat betonirakenteet luokkiin puristuskestävyyden mukaan niin, että kaikissa betonin laatuluokissa A, B ja C voidaan käyttää eri lujuusluokkien betonia (taulukko 3.2.2.3). C-laatuluokan betonirakenteisiin saa käyttää korkeintaan K20 luokan betonia, mutta samasta betonista voidaan tehdä myös A-laatuluokan rakenne. Lisäksi normi mahdollistaa ensi kertaa varmuuskertoimien käytön suunnittelussa ja rajatilamitoituksen käyttämisen sallittujen jännitysten sijaan. (Mäkiö 1989)

Taulukko 3.2.2.3: Sallitut jännitykset vuoden 1954 betoninormien mukaan. Lisäksi annettiin sallittujen jännitysten arvoja raudoittamattomille betonirakenteille luokissa K6-K30, nämä arvot ovat jännityksestä riippuen puolet tai hieman enemmän raudoitetun betonin vastaavista arvoista. (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989)

Raudoitetun betonin sallitut jännitykset vuoden 1954 Betoninormien mukaan

(MN/m ²)	K45	K40	K35	K30	K25	K20	K15
Keskeinen puristus							
Pienin paksuus 20cm tai enemmän	6	5,5	5	4,5	4	3,5	2
Pienin paksuus 40cm tai enemmän	8	7,5	7	6,5	6	5,5	4
Epäkeskeinen puristus							
Pienin paksuus 20cm tai enemmän	10	8,6	7,9	7,1	6,4	5,6	3,7
Pienin paksuus 40cm tai enemmän	12,5	11,5	10,5	9,5	8,5	7,4	5
Työntöjännitykset							
Ei hakateräksiä	0,95	0,9	0,85	0,8	0,7	0,6	0,55
Hakateräket	2	2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4

3.2.3 Teräs

Jos tulipalotilanteet suljetaan tarkastelun ulkopuolelle, välipohjarakenteiden teräspalkit vaurioituvat tyypillisesti ylikuormituksesta. Rakenteiden tai käyttötarkoituksen muutos, joka aiheuttaa lisäkuormitusta on toinen tilanne, jossa teräspalkistoa joudutaan vahvistamaan. Tyypillinen teräsrakenteisiin liittyvä korjaustoimenpide on näkyvissä olevien alalaippojen palonsuojaus. Valu- ja muuraustekniikoista johtuen välipohjia kannattelevien I-palkkien ja ratakiskojen alalaipat ovat tavallisesti samassa tasossa betonin tai tiilen alapinnan kanssa, jolloin ne jäävät palotilanteessa ilman betonin tai tiilen antamaa suojaa. (Pellosniemi 1988)

Ennen rajatilamitoitusta ja varmuuskertoimien käyttöä, teräsrakenteet mitoitettiin sallittujen jännitysten perusteella. Nämä jännitykset on esitetty taulukossa 3.2.3.1 ja ne ovat samat kaikille voimassaoloaikana käytetyille teräslaaduilla. (Neuvonen 2002)

Taulukko 3.2.3.1: Teräsrakenteiden sallitut jännitykset viranomaismääräyksissä. Arvot koskevat kaikkia muotorautarakenteita. (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989)

Teräsrakenteiden sallitut jännitykset (MN/m ²)	1913	1929	1932
Rautapalkit			
vetojännitys	100	120	120
puristusjännitys	100	120	120
leikkausjännitys	80	80	80
Ristikot ja levykannattajat			
vetojännitys	100	120	120
puristusjännitys	100	120	120
leikkausjännitys	60-80	80	80
Valurauta			
vetojännitys	25		
puristusjännitys	50		
leikkausjännitys	20		

3.2.4 Täytteet

Välipohjien lämmöneristys vuosina 1880-1960 rakennetuissa asuinkerrostaloissa perustuu orgaanisten täytteiden käyttöön. Ajanjakson alussa käytössä olivat olki ja sammal, turve yleistyi 1900-luvun alussa, kutterinlastu ja sahanpuru, joko yhdessä, erikseen tai yhdistettynä turpeeseen tulivat tavallisimmiksi eristemateriaaleiksi 1930-luvulle mennessä. Kevyiden orgaanisten lämmöneristeiden päällä käytettiin painotäytteenä ja ääneneristeenä rakennusjätteitä ja teollisuuden sivutuotteita kuten tiilimurskaa, ruukinporoa, masuunikuonaa ja koksikuonaa sekä hiekkaa. (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989)

Massiivilaatta on aikakauden välipohjarakenteista ainoa, johon ei kuulu varsinaisia täytteitä. Äänenerityksen parantamiseksi kantavan massiivilaatan päälle on valettu uiva pintabetonilaatta. Laattojen välissä ääneneristeenä on käytetty monia eri materiaaleja, ainakin lastuvillalevyä, ruukinporoa, koksikuonaa, vuorivillaa, kovalevykorkkia, sahanpurubetonia ja hehkutettua hiekka. (Mäkiö 1989)

Orgaanisten täytteiden merkittävin riski on niiden altistuminen kosteudelle ja kosteusvaurion aiheuttaman mikrobivaurion syntyminen. Mikrobit, joita rakennuksissa ovat yleensä bakteerit ja sienet, käyttävät orgaanisia täytemateriaaleja ravintonaan olosuhteiden ollessa suotuisia. Mikrobivauriot ovat riski sisäilman laadulle ja rakennuksen terveellisyydelle, puupalkistojen kohdalla lahottajasienten aiheuttama lahovaurio heikentää myös rakenteen kantavuutta. Mikrobien kasvu ja niiden aiheuttama vaurio edellyttää altistumista kosteudelle. Lyhytaikainen altistuminen ei aiheuta vaurioita, mutta mikäli kosteus ei pääse poistumaan ja materiaali kuivumaan, mikrobivaurioiden syntyminen alkaa. Orgaanisen täytteen lisäksi mikrobivaurioita voi syntyä myös ei-orgaaniseen aineeseen, jos materiaalin seassa tai sen huokosissa on pölyä tai muuta orgaanisperäistä ainetta mikrobien ravinnoksi. Täyteaineista olki, sammal, sahanpuru ja kutterinlastu aiheuttavat kuivinakin terveyshaittaa, jos täytteen mikrobit pääsevät kulkeutumaan huoneilmaan. Mikrobivaurioiden ehkäisemiseksi ja rakenteen toimivuuden kannalta erityisesti kaksi seikkaa ovat oleellisia: rakenteen tulee päästä kuivumaan ja sen sisällä olevat täytteet eivät saa olla yhteydessä huoneilmaan. (Mäkiö 1989, Sisäilmayhdistys 2008, Reijula 2012)

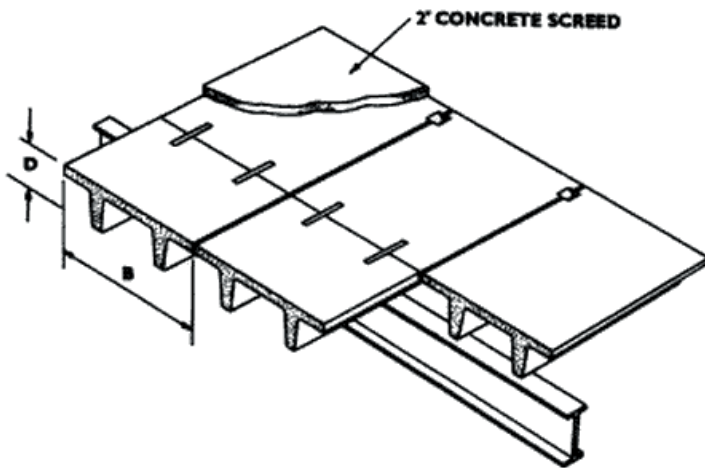
Vanhoja välipohjatäytteitä ei yleensä ole syytä erikseen poistaa tai korvata elleivät ne aiheuta ongelmia. Täytteiden vaihtaminen tulee kysymykseen tavallisesti, jos rakennuksessa on havaittu haju- tai terveyshaittoja tai jos rakennetta muussa yhteydessä avataan. Riski kosteusvauriolle on märkätiloissa kuivia tiloja suurempi, joten märkätilojen osalta täytteet on tapana vaihtaa kokonaan, kun märkätilat uusitaan linjasaneerauksen yhteydessä. Välipohjista saattaa löytyä tilanteita, joissa täytteiden mikrobivauriot eivät aiheuta haittaa, sillä rakenteesta ei virtaa ilmaa huonetilaan. Korjaushankkeen yhteydessä asennettu koneellinen ilmanvaihto voi kuitenkin muuttaa tilannetta ja se täytyy ottaa huomioon. (Mäkiö 1989, Sisäilmayhdistys 2008, Reijula 2012)

3.3 Vastaavat rakenteet ulkomailla

Länsimaiden mittakaavassa Suomi on myöhään kaupungistunut maa ja Suomen kaupungit verrattain nuoria. Rakentamisen keksinnöt, uudet materiaalit ja rakennejärjestelmät ovat tulleet Suomeen muualta Euroopasta lähinnä Saksan ja osittain myös Ruotsin kautta. Tästä syystä etenkin Saksasta löytyy käytöstä paljon samanlaisia tai samantyyppisiä välipohjaratkaisuja (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989). Puu, teräs ja betoni toimivat välipohjarakenteiden materiaaleina sijainnista riippumatta. Euroopassa korjausrakentamista säätelevät eurokoodit vaikuttavat korjausrakentamista koskeviin maakohtaisiin viranomais määräyksiin niin, että korjausrakentamisen periaatteet ovat samoja Euroopan maasta riippumatta (Binda 1995). Perusperiaate on esitetty luvussa 3.1.1: rakenteen rakennusaikaisia ominaisuuksia ei saa heikentää ja jos rakenteen kuormitusta lisätään, täytyy rakennetta vahvistaa. Koska käytetyt materiaalit ja korjaamisen periaatteet ovat samoja, myös korjaustavat ovat samanlaisia. Erot rakenteiden korjaamisessa muodostuvat pitkälti uusista materiaaleista ja menetelmistä, jotka ovat patentoituja ja hyväksytyjä maakohtaisesti.

Suomessa 1900-luvun alkuvuosiin asti pääasiallisessa käytössä ollut rakenne, jossa tiili-muurirunkoon yhdistyvät välipohjia kannattavat puuvasat on tyypillinen runkoratkaisu kaikissa länsimaaisissa kaupungeissa 1800-luvulla. Koska etenkin Keski-Euroopan kaupungit ovat Suomen kaupunkeja vanhempia, näitä runkorakenteita esiintyy Euroopassa asuin-kerrostaloissa Suomea useammin. Puurakenteiden korjaaminen perustuu Euroopassa, samoin kuin Suomessa lujutensa menettäneen puun poistamiseen ja korvaamiseen. (Yeomans 2003, Charles 1986)

Erilaiset palkistomaiset välipohjat, joita Suomessa patentoitiin ja kokeiltiin vuosina 1905-1920 ovat tulleet Saksasta. Luvussa 2.6 esitelty Juho Tapanin, Otto Weyerstallin ja Julius Kahnin ontelotiiliin perustuvat välipohjat ovat samoja, kuin Saksassa hieman aiemmin patentoitunut (Neuvonen 2002). Ontelotiilien käyttö välipohjissa betonin säästämiseksi ja rakenteen keventämiseksi oli Saksan lisäksi tavallista ainakin myös Iso-Britanniassa. Siellä betoniin, paikalla valettuun, ontelotiilin kevennettyyn laattaan liittyivät myös kantavat I-palkit (Sutherland 2001). Ontelotiilien ja paikallavaletun betonin lisäksi kantavien teräspalkkien kanssa käytettiin myös erilaisia valmiita betonisia elementtejä, kuten TT-laattoja. Suomessa luultavasti teräksen huono saatavuus maailmansotien ja pula-aikojen takia on syynä tällaisten välipohjarakenteiden puuttumiseen.



Kuva 3.3.1: TT-elementtejä tai "double tee units" asennettuina teräspalkiston päälle. (Sutherland 2001)

Suomessa 1920-1953 rakennetuissa asuinkerrostaloissa pääasiallinen välipohjatyyppejä, alalaattapalkisto, vaikuttaisi olevan erittäin harvinainen ainakin Iso-Britanniassa ja Pohjois-Amerikassa, sillä sitä ei löydy historiallisia betonirakenteita käsittelevistä kirjoista (Sutherland 2001, Binda 1995). Kielellisistä syistä saksalaisia teoksia ei ole voitu tämän diplomityön puitteissa tutkia, joten alalaattapalkiston esiintyminen Saksassa on mahdollista. Todennäköinen syy alalaattapalkiston harvinaisuuteen muualla on materiaalien erilainen saatavuus. Alalaattapalkisto on Suomessa yleinen, sillä se on ollut Suomen rakennusaineiden hintoihin ja saatavuuteen nähden taloudellisin ja toteutettavin vaihtoehto (Neuvonen 2002, Mäkiö 1989). Muiden Euroopan maiden tilanne materiaalien hintojen ja saatavuuden sekä työn ja muottitarvikkeiden osalta on suosinut toisia välipohjajärjestelmiä. Ainakin Iso-Britanniassa muottilaudoitus, jota alalaattapalkistoon tarvitaan suhteessa paljon, on ollut verrattain kalliimpaa esimerkiksi teräkseen ja betoniin nähden (Sutherland 2001).

Huolimatta betonisten palkistomaisten välipohjarakenteiden eroista, niiden vahvistaminen ja korjaaminen perustuvat betonin puristetun osan kapasiteetin kasvattamiseen lisäämällä poikkileikkauksen pinta-alaa. Koska kantava ylälaatta on osa monia välipohjaratkaisuja, sen paksuuden kasvattaminen on tyypillinen tapa vahvistaa välipohjaa. Muita tapoja ovat palkkien kasvattaminen valamalla niiden ympärille uusi palkki ja jännevälien lyhentäminen lisäämällä kokonaan uusia palkkeja vanhojen väliin (Sutherland 2001). Kaikki nämä tavat löytyvät myös suomalaisista korjausrakennusoppaista (Berghäll 1988).



Kuva 3.3.2: Ontelotiilien ladontaa ja pintalaatan valua välipohjaan englantilaisella työmaalla vuonna 1929. Välipohjajärjestelmä tunnettiin Suomessa Julius Kahnin välipohjana.

Kuva: H. Bedford, English Heritage, Arcaid Images

3.4 Linjasaneeraushanke välipohjien kannalta

Kaikille korjaushankkeille yhteistä on, että rakennuksen ominaispiirteiden tunteminen on edellytys hankkeen onnistumiselle. Korjaustarpeen aiheuttaa olemassa olevan rakennuksen epäkelpoisuus, joka halutaan korjata. Epäkelpoisuus voi aiheutua vanhenemisesta ja kulumisesta, kuten linjasaneeraushankkeen tapauksessa, tai muutoksista rakennuksen toiminnan tavoitetasossa, kuten energiatehokkuutta tai turvallisuutta ja terveellisyyttä parantavissa hankkeissa, sekä tietysti rakenteissa tai rakenneosissa esiintyvistä vaurioista. (Laiho 1988)

Linjasaneeraus on asuinkerrostalojen ensisijainen peruskorjaushanke ja toinen rakennuksen elinkaaren suurista korjaushankkeista julkisivusaneerauksen ollessa toisena. Linjasaneerauksen tarve aiheutuu ensisijaisesti vesi- ja viemäriputkistojen kunnon heikkenemisestä, mutta siihen vaikuttavat myös rakennuksen toiminnalliset ja rakennustekniset tarpeet. Vesi- ja viemäriputkistojen korjausikä on noin 30-60 vuotta, tavallisesti 40-50 vuotta. Puolen vuosisadan korjausikä tarkoittaa, että linjasaneeraus tehdään asuinkerrostaloon 2-3 kertaa rakennuksen elinkaaren aikana, mutta historiallisesti arvokkaissa, erityisesti 1900-luvun alussa ja sitä aiemmin rakennetuissa suojelluissa kerrostaloissa luku voi olla suurempikin. (Rantala 2009)

Vesi- ja viemäriputkistojen asentaminen asuinkerrostaloihin yleistyi vakiintuneeksi käytännöksi ennen ensimmäistä maailmansotaa 1910-luvulla. Vanhat, 1900-luvun alussa rakennetut asuinkerrostalot ovat siis linjasaneerattavana ainakin toista tai jopa kolmatta kertaa. Käytetyistä menetelmistä riippuen, onnistunut hanke edellyttää siksi paitsi rakennuksen alkuperäisten ominaispiirteiden, myös siihen toteutettujen korjaushankkeiden tuntemista. Suomen asuinkerrostalojen rakennuskannasta huomattava osa on rakennettu elementtiteknikan yleistyttyä 1960 ja 1970-luvuilla. Näiden talojen linjasaneerausten huippu osuu juuri nyt kuluvalle ajanjaksolle 2010-2030. Koska aikakauden rakennukset ovat keskenään hyvin samankaltaisia, rakenneratkaisut eivät merkittävästi eroa toisistaan ja rakennusten määrä on huomattava, niiden korjaamiseksi on olemassa vakiintuneet korjausratkaisut sekä paljon kirjallista materiaalia. Vanhempien rakennusten kohdalla korjaushankkeiden suunnittelutyö vie 60- ja 70-luvuilla rakennettuihin taloihin verrattuna enemmän aikaa, sillä mitä vanhempi rakennus, sitä tapauskohtaisemmin sen korjaamista on suunniteltava. (Rantala 2009)

Suunnittelun sujuvuus on linjasaneeraushankkeessa tärkeää erityisesti kahdesta syystä. Korjaushankkeena linjasaneeraus vaikuttaa talon asukkaiden elämään. Perinteisin menetelmin toteutetussa linjasaneerauksessa asukkaat joutuvat muuttamaan rakennuksesta pois hankkeen toteutuksen ajaksi. Asukkaiden haitan pitkittymisen välttämiseksi suunnittelun, kuten muidenkin hankkeen osa-alueiden, on oltava sujuvaa ja nopeaa. Toinen syy on kustannusten pysyminen hallinnassa. Linjasaneeraus on tyypillisesti rakennuksen elinkaaren kallein korjaushanke ja jopa puolet kuluista muodostuu rakennusteknisistä töistä. Rakenteiden avaaminen, reikien teko, paikkaus, pinnoitus ja märkätilojen uusiminen aiheuttavat kustannuksia, vaikka hanke olisi yllätyksetön. Vanhoille rakennuksille tyypillistä on, että rakenteita avatessa paljastuu yllätyksiä. Mitä vanhempi rakennus on kyseessä, sitä vähemmän rakennusaikaisia piirustuksia on tarjolla ja sitä vähemmän tarjolla olevat piirustukset pitävät paikkansa. Tällaisten rakennusten korjaushankkeet vaativat suunnittelijoilta nopeaa reagointia ja ongelmanratkaisukykyä suunnittelun sujuvuuden takaamiseksi. (Rantala 2009, Neuvonen 2002)

Linjasaneeraus voidaan toteuttaa joko perinteisenä linjasaneerauksena tai uusia vaihtoehtoisia menetelmiä käyttäen. Perinteisessä linjasaneerauksessa vesi- ja viemäriputket uusitaan. Ne voidaan uusia tilanteesta riippuen joko alkuperäisille paikoilleen tai uusille sijainneille. Putkien uusimista varten joudutaan rakenteita avaamaan laajalti ja siksi perinteinen linjasaneeraus on eniten välipohjien korjaamiseen liittyvä korjausrakennushanke. Hankkeen rakennesuunnittelun osalta välipohjiin liittyvä suunnittelu muodostaa toisen suunnittelun suurista kokonaisuuksista palokatkosuunnittelun ollessa toinen. Perinteisen menetelmän lisäksi linjasaneeraus voidaan toteuttaa erilaisilla pinnoitus- ja sukitustekniikoilla, jolloin rakenteiden avaamisen tarve merkittävästi vähenee.

Linjasaneerauksen rakennesuunnittelussa uuden kokonaisuuden muodostaa palokatkoihin liittyvä suunnittelu. Tiukentuneiden määräysten takia läpivientien palokatkosten suunnittelu on huomattava osa linjasaneeraushankkeen rakennesuunnittelua. Välipohjien läpi kulkevat uudet vesi- ja viemäriasennukset rakennetaan niin, etteivät ne heikennä välipohjan palo-osastoivuutta.

Julkisivusaneeraus ei tavallisesti kosketa välipohjarakenteita, mutta joissain hankkeissa voidaan joutua korjaamaan myös välipohjien liittymistä ulkoseiniin. Muut korjaushankkeet liittyvät tavallisesti joko rakennuksen käyttötarkoituksen muuttamiseen tai rakennuksen vaurioiden korjaamiseen. Rakennuksen käyttötarkoituksen muuttuessa välipohjarakenteita voidaan joutua vahvistamaan kestävämmiin suurempia kuormituksia. Vaurioiden korjaamiseen liittyvät hankkeet ovat aina tapauskohtaisia ja välipohjien, kuten muidenkaan rakenteiden osalta ei juuri voida tehdä yleistyksiä. Tässä työssä esitetyt ratkaisut on esitetty nimenomaan perinteistä linjasaneerausta varten, mutta niiden periaatteet ovat sopivia myös vaurioiden korjaamiseen liittyviin hankkeisiin. Vaurioituneiden rakenteiden korjaamisessa vaurion syyn selvittäminen on aina ensisijainen ja korjauksen onnistumisen kannalta välttämätön työvaihe. (Rantala 2009)

4 Tapaustutkimukset

4.1 Tapaustutkimus tutkimusmenetelmänä

Tämän työn tutkimusmenetelmänä on käytetty tapaustutkimusta. Tapaustutkimuskohteet on valittu niin, että ne edustavat mahdollisimman hyvin eri ikäisiä rakennuksia, erilaisia välipohjarakenteita ja erilaisia hankkeita asuinkerrosten linjasaneerauksien rakennesuunnittelussa. Tapaustutkimuskohteista on saatu tietoa vierailemalla käynnissä olevilla työmailla ja tutkimalla kohteeseen liittyviä dokumentteja sekä suullisista tiedoksiannoista suunnittelijoita ja muilta hankkeessa toimivilta.

Tämä diplomityö on tehty Suomen Talokeskus Oy:ssä ja tapaustutkimusten kohteet ovat yrityksen suunnittelemia tai valvomia kohteita. Talokeskus suunnittelee ja valvoo vuosittain useita linjasaneeraus- ja muita hankkeita Helsingin keskustan vanhoihin asuinkerrostaloihin, joten yrityksen kohteista oli valittavissa kattavasti erilaisia tapauksia. Kohteet ovat Talokeskuksen valmistuneita ja käynnissä olevia linjasaneerauskohteita. Tapausta 5 lukuun ottamatta tapaukset ovat kohteita, joihin Talokeskus tekee tai on tehnyt rakennesuunnittelua. Tapaus 5 on kohde, jossa Talokeskus toimii valvojana. Tapaus 5 on valittu mukaan esimerkiksi Talokeskuksen ulkopuolisesta suunnittelusta.

4.2 Tapaus 1: Puupalkisto

4.2.1 Esittely

Kohde on vuonna 1902 valmistunut asuinkerrostalo Ullanlinnan alueella. Josef Stenbäckin suunnittelema asuinkerrostalo edustaa julkisivuiltaan uusrenessanssia, joka 1900-luvun alussa oli enää harvinainen tyyliuuntaus. Rakennuksessa on kolmen asuinkerroksen lisäksi ullakko, kellari sekä kaduntasokerros, jossa on liiketilaa. Rakennukseen asennettiin keskuslämmitys vasta vuosina 1969-1970 ja samalla uusittiin rakennuksen märkätilat. Kohteeseen toteutettiin perinteinen linjasaneeraus vuosina 2013-2014 ja Talokeskus vastasi hankkeen kokonaissuunnittelusta. Kohteesta saatiin tietoa tutkimalla suunnitelmia ja muita dokumentteja joita oli tarjolla kattavasti. Lisäksi saatiin suullisia tiedonantoja suunnittelijoilta.

Kohteen rakenneratkaisut ovat rakennusajalle tyypillisiä. Tiilimuuratut seinät ja sydänmuuri muodostavat kantavan pystyrungon. Välipohjat ovat puupalkistoiset, lukuun ottamatta kellarin kattoa, joka on holvattu tiilestä rataakiskojen ja I-palkkien varaan. Linjasaneerauksen yhteydessä suoritettujen välipohjien korjaukset liittyvät märkätilojen uusimiseen. Märkätiloissa kantavan puupalkiston päällä noin 100mm paksuinen pintalaatta. Välipohjien täyttö on pääosin orgaanisia materiaaleja, turvetta ja puulastua.

4.2.2 Suunnittelutilanteet

Kohteen linjasaneerauksen yhteydessä ei tehty muutoksia kuiviin tiloihin. Märkätilojen uusimiseen liittyvät suunnittelutilanteet ovat:

- Uusi välipohjarakenne
- Kantavan primääripalkiston korjaukset
- Sekundäärikannattajien ja koolausten korjaukset
- Kylpyhuoneen kynnydetalji
- Kylpyhuoneen lattiakaivon vesieristeen liittyminen
- Läpivientien palokatkot

Puupalkiston kantavien vasojen kunnosta ja korjaustarpeesta, välipohjatäytteiden materiaalista ja kunnosta sekä sekundäärirakenteista ja niiden korjaustarpeesta saadaan tarkempaa tietoa vasta kun rakenne on avattu ja välipohjan täytteet poistettu. Välipohjien avaamisen yhteydessä tehdyistä havainnoista johtuen välipohjien korjaustapaa päätettiin yhdessä valvojan, rakennesuunnittelija ja urakoitsijan kanssa muuttaa.

- Uuden välipohjarakenteen päivitys

Kellarin tiiliholvattua kattoa kannattavat rataakiskot ovat olleet rakennusaikanaan alalaipoistaan palosuojaamattomia. Vuosien 1969-1970 remontin yhteydessä ne on palosuojattu asbestiruiskutuksella. Asbestin purku kuuluu erilliseen suunnitteluun, mutta rataakiskojen alalaippojen palonsuojaus asbestin poiston jälkeen kuuluu välipohjien rakennesuunnittelun suunnittelutilanteisiin.

- Kellarin katon rataakiskojen palonsuojaus

4.2.3 Ratkaisut

Uuden välipohjarakenteen suunnittelu tehtiin käytännön syistä kahdessa osassa. Ensimmäinen suunnitelma märkätilan välipohjarakenteen korjaamiseksi tehtiin urakalaskentaa varten ennen välipohjarakenteen avaamista. Koska puupalkiston kuntoa ja välipohjan todellista rakennetta ei ollut silloisella suunnitteluhetkellä mahdollista tietää varmasti, välipohjien rakennesuunnitelmia muutettiin ja täsmennettiin siinä vaiheessa, kun rakennustyö oli edennyt ja välipohjia avattu. Urakalaskentaa varten suunnitelma tehtiin perustuen tietoon puupalkistoista yleensä ja aiempaan kokemukseen puupalkistoisista välipohjista vastaavan rakennusajankohdan rakennuksissa. Välipohjista korjaukset koskivat ainoastaan märkätiloja ja niiden uusimista, kuiviin tiloihin ei linjasaneerauksen yhteydessä tehty muutoksia.

Vanha pintabetonilaatta ja vesieristys sekä betonin valumuottina toimineet lattialaudat purettiin. Ensimmäisen suunnitelman mukaan välipohjista poistettaisiin vain orgaaninen täyttö ja mikäli mahdollista vanha kiviaineinen täyttö jätettäisiin paikoilleen. Uusi pintabetonilaatta valettaisiin vanerin ja suodatinkankaan päälle ja irrotettaisiin joustavalla rakenteella putkista ja muista läpivienneistä sekä seinärakenteista. Kellarin katto, joka rakenteeltaan erosi muista välipohjista, toteutettiin pitkälti samoin kuin muiden kerrosten välipohjat. Mikäli tiiliholvauksen päältä löytyisi lisäksi puinen palkisto, se poistettaisiin. Orgaaninen täyttö korvattaisiin kevytsoralla ja vanha kiviaineinen täyttö jätettäisiin paikoilleen. Tätä suunnitelmaa noudatettiin purettavien rakenteiden ja työn etenemisen osalta ennen toisen suunnitelman tekemistä.

Välipohjien avaamisen jälkeen muutettu korjaustapa erosi edellisestä joiltain osin. Vanha välipohjatäyttö päätettiin poistaa kokonaan, sillä se oli kokonaan orgaanista turve- ja puulastutäyttöä. Uutta täyttöä varten asennettiin suodatinkangas täytön alle ja puupalkkien kylkeen. Ääntä eristävänä täyttönä käytettiin 50-60mm kerrosta hiekkaa ja sen päälle asennettiin vaahtolasitäyttö. Kantavien puupalkkien päällinen koolaus päätettiin uusida kokonaan ja seinien vierustoille rakentaa uusi puinen tukirakenne tukemaan teräsbetonilaattaa, sillä sellaista ei rakenteessa ennestään ollut. Sekundäärikannattajia uusittiin niiltä osin, kun niissä oli vaurioita tai välipohjarakenteen korkeuden puolesta se oli välttämätöntä. Rossilau-doissa havaittiin lahovaurioita, joten ne vaihdettiin uusiin. Itse puupalkit olivat pääasiassa hyväkuntoisia, joten niitä ei ollut tarvetta vahvistaa laajemmassa mittakaavassa.

Kylpyhuoneiden välipohjien työt käytiin tilaajan ja rakennusliikkeen edustajien kanssa läpi huoneistokohtaisesti siinä vaiheessa, kun purkutyöt olivat edenneet riittävän pitkälle ja poistettavat täytteet oli poistettu. Kannattajien kunto tarkastettiin ja mahdollisista korjaustoista päätettiin. Samalla käytiin läpi huoneistokohtaisesti lattiarakenteen kannattajat ja koolaukset niin, että lopullisen lattiapinnan korot saatiin yhteensopiviksi muiden lattiapintojen korkojen kanssa.

Asbestin poistamisen yhteydessä kellarin katon tiiliholvausta kannattavat rataiskot jäivät alalaipoistaan palosuojaamattomiksi. Eri vaihtoehtojen selvittämisen jälkeen päädyttiin palonsuojaus tekemään mineraalivillaruiskutteella.



Kuva 4.2.1: Ensimmäisen kerroksen lattia on avattu ja täytteet poistettu. Kuva: Talokeskus



Kuva 4.2.2: Sama rakenne alapuolelta. Teräspalkkien näkyvissä olevat osat palosuojattiin ruiskuttamalla. Kuva: Talokeskus

4.3 Tapaus 2: Teräspalkisto

4.3.1 Esittely

Kohde on vuonna 1911 valmistunut kahden rapun pienkerrostalo Eirassa. Arkkitehti Vilho Penttilän suunnittelema jugendtyylin rakennus edustaa hyvin Eiran huvilakaupunginosan aatteita ja ihanteita. Asuinkerroksia on kolme, jonka lisäksi talossa on puolilämmin kellaritila. Ensimmäisessä kerroksessa osa lattiasta on maanvarainen. Eiran huvilakaupunginosa on rakennushistoriallisesti arvokas ja pitkälti suojeltu. Myös tämä kohde on suojeltu kaavamääräyksellä ja Museovirasto valvoi rakennukseen kohdistuvia muutostöitä. Kohteen pääsuunnittelijana toimi arkkitehti, jonka vastuulla historiallisten arvojen säilyttäminen oli. Rakennesuunnitteluun suojelumääräys ei suoraan vaikuttanut. Kohteeseen toteutettiin perinteinen linjasaneeraus vuosina 2015-2016 ja hankkeen rakennesuunnittelu tehtiin Talokeskuksella. Kohteesta saatiin tietoa tutkimalla suunnitelmia ja muita dokumentteja joita oli tarjolla kattavasti. Lisäksi saatiin suullisia tiedonantoja suunnittelijoilta.

Rakennuksen runkoratkaisu on ajalleen tyypillinen ja edustaa hyvin vallinnutta rakennustapaa. Kantava pystyrakenne muodostuu tiilimuuratuista ulkoseinistä sekä sydänmuureista. Välipohjarakenteena on teräspalkisto, johon liittyy osittain kantava, n. 50-80 mm paksu betoninen alalaatta. Toisin kuin monissa teräspalkistoissa, tässä kohteessa I-teräspalkkien alalaipat ovat kokonaan alalaatan sisällä. Välipohjan täytteenä on ensin hiekkaa ja sen päällä sahanpurua, kutterinlastua sekä vähäisiä määriä muuta orgaanista ainetta.



Kuva 4.3.1: Kohde on jugend-tyylin suojeltu pienkerrostalo Eirassa. Kuva: Helsingin kaupunginmuseo

4.3.2 Suunnittelutilanteet

Linjasaneerauksen yhteydessä myös huonejakoihin tehtiin muutoksia ja märkätiloja laajennettiin entisten kuivien tilojen puolelle. Muutokset olivat asuntokohtaisia ja joissain tapauksissa märkätiloja laajennettiin niin, että niiden alapuolinen tila säilyi asuintilana. Tällaisessa tapauksessa rakenteen ääneneristävyyteen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Kohteessa lattioiden pintamateriaali vaihteli huoneistojen välillä ja niiden sisällä. Puisten lattioiden ponttilaudoituksen suunnan vaihtelu ja monet eri lattiamateriaalit vaativat rakenteiden tarkempaa suunnittelua, jotta lattioiden korot saatiin yhteensopiviksi. Kohteen välipohjiin liittyvät suunnittelutilanteet ovat seuraavat:

- Uudet välipohjarakenteet märkätiloihin
- Märkätilojen laajentaminen
- Lausunto muuttuvan rakenteen vaikutuksesta ääneneristysominaisuuksiin
- Uusien väliseinien tukeminen
- Eri lattiapinnoitteiden vaikutus välipohjarakenteisiin
- Hormien purku ja aukkojen paikkaus
- Kylpyhuoneen kynnysdetalji
- Kylpyhuoneen lattiakaivon vesieristeen liittyminen
- Läpivientien palokatkot

Rakenteiden avaamisen yhteydessä löydettiin ensimmäisen kerroksen lattiasta kosteuden-eristeenä toimiva kreosoottisively. Maanvaraisella lattian osalla kivihiilipiki kerros oli hiekkatäytön päällä ja kellarin päällä olevalla lattian osalla sively oli tehty alalaatan yläpintaan. Kreosootin aiheuttamat toimenpiteet ovat yksi kohteen suunnittelutilanteista, mutta ne liittyvät kiinteästi ensimmäisen kerroksen uusiin ala- ja välipohjarakenteisiin.

- Kreosootin poisto tai kapselointi

4.3.3 Ratkaisut

Kreosootti sisältää haitallisia PAH-yhdisteitä, jotka riittävän suurina pitoisuuksina ovat terveydelle vaarallisia. Sitä on käytetty kosteuseristeenä 1800-luvun lopulta 1950-luvulle asti. Kohteeseen oli ennen kreosootin löytymistä tehty sisäilman mittausta, jonka PAH-arvot eivät ylittäneet suosituksia. Kreosootista pyydettiin Asbesti- ja haitta-aineasiantuntijan lausunto, jonka perusteella rakenteen kreosootin ei aiheuta varsinaista haittaa. Kreosootti vapauttaa PAH-yhdisteitä erityisesti kastuessaan, joten sen poistaminen kokonaan märkätiloista oli aiheellista. Koska kreosootin poistaminen on hankalaa, kuivissa tiloissa samanlaista kosteusvaurion riskiä ei ole ja haittaa ei ollut aiheutunut, kreosootin poistaminen kuivista tiloista ei ollut tarkoituksenmukaista. Kreosootin haitallisten yhdisteiden leviäminen huoneilmaan välipohjien läpivientien kohdista estettiin koteloimalla kreosootti läpivientien reunoilla joustoepoksilla. Kreosootin poistamiseksi ensimmäisen kerroksen märkätilojen lattiasta poistettiin kaikki täytteet. Kellarin päällisellä osalla märkätilojen välipohjien alalaatoista poistettiin kreosootti, laatta puhdistettiin ja primer-käsiteltiin ennen uusien täyttöjen asentamista.

Välipohjatäytteet olivat rakenneavauksissa hyväkuntoisia, joten niiden laajamittaiseen poistamiseen ei ryhdytty. Välipohjatäytteet vaihdettiin ensimmäisessä kerroksessa siltä osin kuin se kreosootin poistamiseksi oli välttämätöntä ja muissa kerroksissa märkätilojen orgaaniset täytöt vaihdettiin vaahtolasiin ja vanhat kiviaineiset täytöt jätettiin paikoilleen.

Märkätilojen välipohjien vaahtolasitäytteen ja suodatinkankaan päälle valettiin pintabetonilaatta, johon tehtiin tarvittavat kaadot. Lattiapinta tehtiin vesieristetyin betonilaatan päälle laatoittamalla. Kuivien tilojen välipohjarakenteet ensimmäisessä kerroksessa, jossa rakenteet oli jouduttu purkamaan kreosootin poiston takia, korjattiin pitkälti entisten kaltaisiksi. Kantavien I-palkkien ja lattiakannattajien väliin asennettiin äänenvaimennuskumi ja vanerikaista sekä lattiakannattajien päälle lattiapontti. Lattiaponttien suunta suhteessa I-palkkeihin vaihteli huoneittain, jolloin joidenkin huoneiden osalta lattiakannattajien ja -ponttien väliin lisättiin toiset kannattajat ristiin. Eri lattiapintojen yhteensovittamiseksi lattiakannattajia tarvittaessa joko lovettiin tai korotettiin sopivan lattiakoron aikaansaamiseksi.

Laajentuvien kylpyhuoneiden osalla välipohja muuttui siten, että puulattia vaihtui uivaksi betonilaataksi. Uiva betonilaatta eristää ääntä vanhaa lattiarakennetta paremmin ja rakenteen ilmastoinen eristyskyky parani muutoksen myötä. Rakennesuunnittelija antoi parannuksesta lausunnon. Laajennusten uudet väliseinät voitiin tukea muuratuilla kevytbetoniharkoilla suoraan välipohjan osittain kantavaan alalaataan.

Muutosten myötä poistettiin rakennuksesta kokonaan yksi sen alkuperäisistä savuhormeista. Tiilirakenteisen hormiin jättämä aukko oli kooltaan suurehko ja sen sulkemiseksi alalaatan tasoon valettiin uusi teräsbetonilaatta. Hormi rajautui kahdelta sivultaan kantaviin tiiliseiniin, joiden kohdalla laatta tuettiin seiniin valamalla laatan reunat seinien sisään n. 60mm matkalta. Muilta sivuilta laatta tuettiin vanhaan alalaataan nostamalla uuden laatan valun reuna vanhan laatan ja I-palkin alalaipan päälle.



Kuva 4.3.2: Välipohjien vanha organinen täyte. Kuva: Talokeskus



Kuva 4.3.3: Ensimmäisen kerroksen kaikki täytteet ja kreosootti on poistettu. Kantavien teräspalkkien päälle on asennettu äänenvaimennuskumi ja vanerikaista. Kuva: Talokeskus



Kuva 4.3.4: Samaan asuntoon on muurattu kevytsoraharkot kannattamaan uutta väliseinää ja asennettu vaahtolasi märkätilojen uudeksi täytteeksi. Kuva: Talokeskus

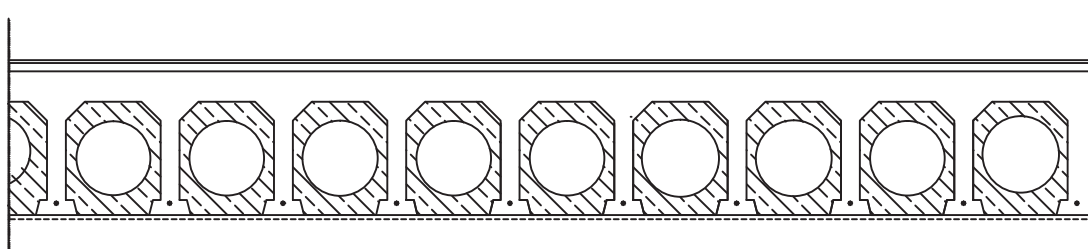
4.4 Tapaus 3: Muu palkistorakenteinen välipohja

4.4.1 Esittely

Kohde on vuonna 1920 rakennettu asuinkerrostalo Punavuorella. Rakennuksen kivirakenteisen osan on suunnitellut G. W. Nyberg ja se edustaa kansallisromanttista rakennusmestariarkkitehtuuria, joka on rakennusajankohdalle tyypillinen tyyliuuntauus. Kohteessa on kolme osaa: kaksi kivirakenteista asuinkerrostaloa sekä yksi puurakenteinen pientalo, joka on rakennettu ennen kerrostaloja jo vuonna 1890. Puinen pientalo on yksi harvoja Helsingin puukaupungista jäljellä olevia rakennuksia ja se on suojeltu. Kerrostalorakennuksissa on kolme asuinkerrosta, maantasokerros, jossa on liiketiloja sekä kellari ja ullakko. Puurakennuksessa on yksi asuinkerros, kellarikerros sekä ullakko. Kohteessa on tehty linjasaneeraus vuosina 2009-2010 ja Talokeskus on toiminut hankkeessa suunnittelijana.

Kohteesta ei ollut saatavilla dokumentteja samassa laajuudessa, kuin muissa tapaustutkimuskohteissa ja koska kohteen saneerauksesta oli kulunut aikaa, myöskään suullisesti ei saatu tietoja yhtä kattavasti ja luotettavasti kuin muissa kohteissa. Kohde kuitenkin haluttiin ottaa mukaan ja tutkia, sillä sen edustama välipohjatyypin on harvinainen ja kohteessa tehtiin erilaisia vahvistuksia välipohjiin.

Kivirakenteisten kerrostalojen välipohjarakenteena on ainakin märkätiloissa käytetty ontelotiilien päälle valettua laattapalkistoa, joka tunnetaan Otto Weyerstallin välipohjana. Rakenne koostuu kantavasta ylälaatasta, siihen liittyvistä kapeista betonipalkeista ja palkkien väliin jäävistä ontelotiilistä, joiden leveys on noin 250 mm. Tiilien keskellä on pyöreä, halkaisijaltaan noin 100-150 mm ontelo. Ainakin yhdessä rapussa kuivien tilojen välipohjarakenteena on käytetty myös puupalkistoa, sekä porttikäytävien päällä teräspalkkeja. Lisäksi puisen pientalon välipohjarakenteet ovat puiset. Kivirakenteisten seinät ovat tiilimuuratut.



Kuva 4.4.1: Rakennuksessa käytetty välipohjarakenne, ontelotiilien päälle valettua betoninen laattapalkisto, joka tunnetaan Otto Weyerstallin välipohjana 1:20. Kuva: Talokeskus



Kuva 4.4.2: Kivirakenteisen osan julkisivu edustaa kansallisromanttista rakennusmestari-arkkitehtuuria, puinen pientalo näkyy osittain kuvan reunassa. Kuva: Helsingin kaupungin-museo

4.4.2 Suunnittelutilanteet

Luotettavien lähteiden ollessa puutteellisia suunnittelutilanteiden taustoista ei voida sanoa juuri mitään varmaa. Kohteeseen on suunniteltu välipohjan vahvistuksia ainakin sellaisiin tilanteisiin, joissa viemäriputkia on jouduttu kuljettamaan välipohjan sisällä palkkeja vastaan kohtisuorassa. Kuten muidenkin kohteiden tapauksissa, märkätiloista on uusittu vesieristys, jota varten märkätilan pintarakenteita on purettu. Kohteen suunnitelmista löytyy märkätilan rakenneleikkauspiirustus sekä piirustus vanhan pintalaatan purkamisesta, että sen säilyttämisestä. Pintalaatta on purettu ainakin niissä tiloissa, joissa on tehty vahvistuksia välipohjaan. Kohteen suunnittelutilanteita ovat:

- Uusi välipohjarakenne
- Kylpyhuoneen kynnyksdetalji
- Kylpyhuoneen lattiakaivon vesieristeen liittyminen
- Läpivientien palokatkot
- Välipohjan vahvistaminen (useampi eri tilanne)

4.4.3 Ratkaisut

Märkätilojen vesieristeen uusimista varten on rakennesuunnitelmissa annettu kaksi vaihtoehtoa. Ensimmäisessä vanha pintalaatta jätetään paikoilleen ja vain vanha lattian pintamateriaali poistetaan. Vanhan laatan vesieristämistä varten laattaan sivellään primer-kerros. Toinen vaihtoehto on vanhan pintalaatan purkaminen, uuden pintalaatan valaminen ja sen vesieristys. Uusi pintalaatta irrotetaan vanhasta kantavasta laatasta joustavalla rakenteella kuten esimerkiksi umpisoluisella levyllä. Vanhaa pintalaattaa purettaessa täytyy noudattaa huolellisuutta, sillä se on valettu suoraan kantavan ylälaatan päälle ja ylälaatan vahingoittumista ei saa pintalaattaa purkaessa tapahtua. Muihin palkistorakenteisiin välipohjiin verrattuna tämän kohteen välipohjan lattiarakenteen uusiminen on verrattain yksinkertainen ja pieni työ, sillä täytettä ei tarvitse poistaa ja uusi pintalaatta saadaan valettua suoraan vanhan kantavan laatan varaan.

Välipohjien vahvistusta vaati kohteessa viisi erilaista tilannetta. Ensimmäinen näistä suunnittelutilanteista on lisäpalkkien valaminen ontelotiilirakenteiseen välipohjaan tilanteessa, jossa keittiön viemäriä on jouduttu kuljettamaan välipohjan sisällä palkkien suuntaa vasten kohtisuorassa. Palkkien suuntaisesti kulkevat viemärit asennettiin tiilten onteloihin. Viemäri asennettiin kulkemaan kantavan ylälaatan alareunan ja ontelotiilten yläreunan korkeudella. Rakenteen tukemiseksi valettiin kaksi lisäpalkkia ontelotiilten tilalle. Uusien palkkien kohdalta purettiin ylälaatta ja ontelotiilten yläosa. Ontelotiilten alaosa jätettiin valumuotiksi. Purettujen rakenteiden tilalle asennettiin raudoitus ja rakenne valettiin umpeen. Syntyneet palkit kulkevat koko jännevälän matkalla ja tukeutuvat päistään kantaviin seiniin. Lisäpalkkien rakentamisen ajaksi välipohja kannatettiin alapuolelta elementtituilla alakerran lattian teräspalkeille.

Toisessa ontelotiilirakenteisen välipohjan vahvistamisen suunnittelutilanteessa välipohja oli osittain vaurioitunut. Vaurion syystä ei tässä tutkimuksessa saatu selville. Vauriot liittyvät ilmeisesti kantavaan ylälaattaan, sillä se on korjausratkaisussa korvattu uudella pintavalulla. Vaurioituneella osalla välipohjan ontelotiilien onteloiden sisään on valettu uudet teräsbetonipalkit. Uudet palkit on päistään ankkuroitu kantavaan seinään. Tällaisia vaurioituneen ylälaatan korjauksia on kohteessa ollut useampi. Uusien palkkien pituudet

vaihtelevat arviolta puolesta metristä puoleentoista. Korjauksesta riippuen myös kantavan seinän kohdalle, uusien palkkien päähän on joissain tilanteissa valettu uusi teräsbetonipalkki.

Kolmas suunnittelutilanne välipohjien vahvistamisessa liittyy myös ylälaatan vaurioitumiseen. Tässä tilanteessa vaurio on ollut paikallisempi, mutta sen syytä ei tässä tutkimuksessa saatu selville. Rakenne on korjattu valamalla ylälaatan vaurioitunut osa uudelleen ja vahvistamalla laattaa paikallisesti teräslaattalla, joka on kiinnitetty ylälaattaan pulkein vaurioituneen alueen ympäriltä.

Kaksi viimeistä vahvistustilannetta koskevat puupalkkistoisia välipohjia. Näissäkin tapauksissa vaurioiden tai vahvistamisen tarpeen syytä ei saatu selville. Eräissä asunnoissa puista välipohjaa on vahvistettu lisäämällä uudet teräspalkit vanhoja puupalkkeja vastaan kohtisuoraan. Palkit tukeutuvat toisesta päästään kantavaan tiiliseinään ja toisesta päästään vanhaan puupalkkiin. Vanhalle puupalkille tulevia lisääntyneitä kuormituksia varten palkkia on vahvistettu kertopuuosilla. Osat on asennettu palkin molemmille sivuille ja läpipultattu kiinni vanhaan puupalkkiin. Vanhan puupalkin päälle, kertopuuosien väliin on lisäksi asennettu uusi puuosa, johon on tehty loveukset teräspalkkeja varten. Puuosa jakaa teräspalkeilta tulevia kuormia laajemmalle alueelle ja säästää kantavaa puupalkkia loveamiselta.

Toisessa puupalkistoa koskevassa suunnittelutilanteessa vanha kantava puupalkki on tuntemattomaksi jääneestä syystä jouduttu kokonaan katkaisemaan. Palkin päiden väliin on kiilattu kertopuuosa. Kiilauksessa sauman tiukkuus on tärkeää voimien oikeanlaisen siirtymisen varmistamiseksi. Kiilaosan lisäksi palkin molemmille sivuille on asennettu kertopuiset osat, jotka on läpipultattu kiinni sekä vanhan palkin päihin, että uuteen kiilaosaan.



*Kuva 4.4.3: Lovetun puupalkin vahvistaminen kylkeen naulatuilla kertopuukappaleilla.
Kuva: Talokeskus*

4.5 Tapaus 4: Alalaattapalkisto I

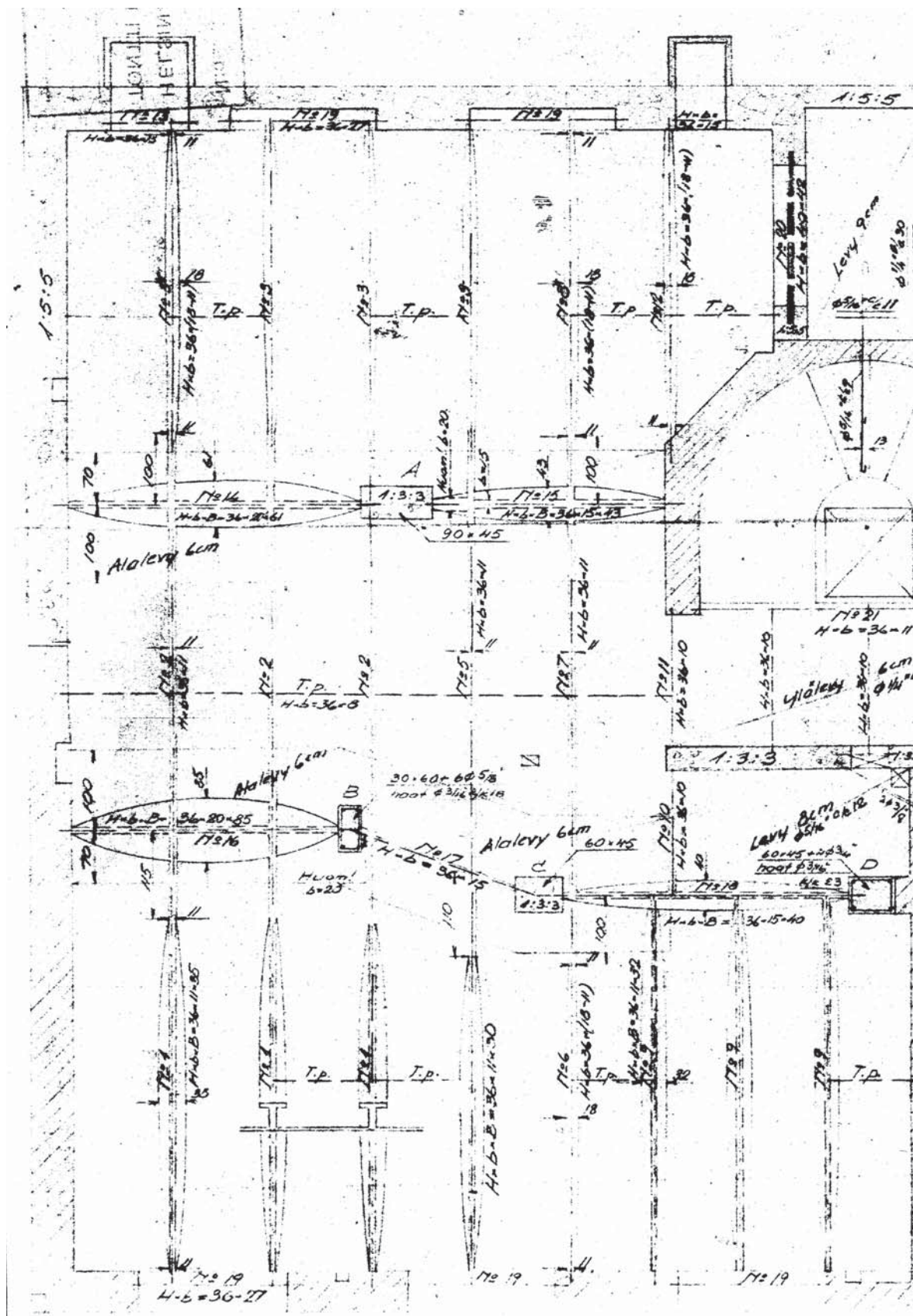
4.5.1 Esittely

Kohde on vuonna 1937 rakennettu asuinkerrostalo Kalliossa. Kerroksia rakennuksessa on 6-7, asuntoja hieman yli sata, joista suurin osa on yksiöitä ja kaksioita. Asuinkerrosten lisäksi rakennuksessa on ullakko- ja kellarikerros. Kohteeseen tehdään perinteinen linjasaneeraus, jonka yhteydessä kylpyhuoneet uusitaan. Vesi- ja viemäriputket uusitaan paikoilleen, muutoksia kuiviin tiloihin, huonejärjestykseen tai vesikalusteiden sijoitukseen ei tehdä. Talokeskus toimii hankkeessa valvojana ja suunnittelijana. Tämän tutkimuksen aikana linjasaneerauksen rakennustyöt ensimmäisten porrashuoneiden osalta ovat valmistuneet ja purkutyöt seuraavan porrashuoneen osalta alkaneet. Kohteesta saatiin tietoa tutkimalla suunnitelmia ja muita dokumentteja joita oli tarjolla kattavasti. Lisäksi saatiin suullisia tiedonantoja suunnittelijoilta ja tehtiin työmaavierailuja.

Rakennuksen kantavat seinät on muurattu tiilestä. Välipohjarakenne on kaikissa kerroksissa alalaattapalkisto. Välipohjan kantavat palkit ovat teräsbetonia, kuivissa tiloissa alalaatta on raudoittamatonta betonia ja märkätiloissa alalaatta on paksumpi ja raudoitettu. Osa teräsbetonipalkeista kellarin ja ensimmäisen kerroksen katoissa on laippapalkkeja. Kohteesta on saatavilla kattavasti rakennusaikaisia rakennesuunnitelmia palkkien koosta, muodosta, sijainnista ja raudoituksesta. Tehtyjen rakenneavausten perusteella rakenteet vastaavat suunnitelmia.



Kuva 4.5.1: Kohde on suuri asuinkerrostalo Kalliossa. Kuva: Talokeskus



Kuva 4.5.2: Kohteesta oli saatavana rakennusaikaiset suunnitelma, joissa näkyy mm. laip-papalkkien sijainti. Kuva: Kellarkerroksen rakennepiirustus, P70-042799, Helsingin kau-punginarkisto

4.5.2 Suunnittelutilanteet

Kohteen suunnittelutilanteet liittyvät märkätilojen vesieristeen ja vesi- sekä viemäriputkien uusimiseen:

- Uusi välipohjarakenne
- Kylpyhuoneen kynnysdetalji
- Kylpyhuoneen lattiakaivon vesieristeen liittyminen
- Läpivientien palokatkot

Alalaattapalkiston palkkien jaon ja huonejärjestyksen seurauksena vanhat pintalaatat oli rakennettu ulokkeellisina ja kannatettu täytteiden välityksellä osittain kantavalle alalaatalle. Uusien pintalaattojen ulokkeelliset reunat haluttiin kannattaa laattaa reunustaville seinille painumien välttämiseksi ja alalaatan kuormituksen vähentämiseksi.

- Uusien pintabetonilaattojen ulokkeellisten reunojen kannattaminen

4.5.3 Ratkaisut

Viemärien uusimista varten vanhan välipohjarakenteen avaaminen ja pintalaatan purkaminen on välttämätöntä. Uusi välipohjarakenne mukailee pitkälti vanhaa. Uusi 70 mm paksuinen pintalaatta on rakenteeltaan samanlainen uiva laattaa, kuin vanha purettu pintalaatta. Märkätilojen alalaatat ovat raudoitettuja ja osittain kantavia, jonka ansiosta uusi pintalaatta uusitaan suoraan kiviaineisen täytön varaan. Pintalaatan alle asennetaan suodatinkangas ja sen sisään lattialämmitys. Välipohjan täytöistä poistetaan orgaaniset sekä kastuneet tai muuten vaurioituneet täytöt ja säilytetään vanha kiviaineinen täyttö. Lisäksi asennetaan uusi vaahtolasitäyttö vanhan täytön päälle tarvittavilta osin.

Vanhoja rakenteita purettaessa ja uusia viemäreitä asentaessa varotaan vahingoittamasta vanhoja palkkeja. Viemäreitä ei saa viedä palkkien läpi, ellei palkissa ole valmiiksi vanhalle viemärielle tehtyä, käyttökelpoista aukkoa. Viemärit, jotka kulkevat kohtisuoraan palkkeja vasten viedään alalaatan läpi ja kuljetetaan pystynousulle alemman kerroksen alakatossa. Rakennesuunnitelmissa mainitaan erikseen laippapalkit, joiden yläpinnan puristusvahvistuksia ei saa vahingoittaa.

Kylpyhuoneiden uudet pintalaatat ovat joiltain osin ulokkeellisia, eli laatan reuna on 400mm tai enemmän ulkona viimeisen kantavan palkin päältä. Näissä tilanteissa laatan reunoille asennetaan lisäkannatus. Ulokkeellinen reuna, joka rajautuu kantavaan kivirakenteeseen seinään tai palkkiin, kannatetaan kantavaan rakenteeseen harjateräksin. Kun laatan reuna rajautuu ei-kantavaan väliseinään, laatta kannatetaan kevytsoraväliseinäharkoilla alalaattaan. Harkot muurataan vinosti alalaatan päälle suuremman tukipinnan aikaansaamiseksi. Kun laatan reuna rajautuu vanhaan seinään niin, että kantava palkki jää seinän alle, laatta kannatetaan palkkiin ankkuroimalla vinoon.



Kuva 4.5.4: Vanhat orgaaniset täytteet on poistettu ja uudet viemäriputket on asennettu onistuneesti kantavien palkkien väliseen tilaan. Kuva: Talokeskus



Kuva 4.5.5: Kylpyhuone on valmis uuden pintalaatan valamista varten. Laatta irroitetaan täytteistä suodatinkankaalla ja seinistä solukumikaistalla, hormiaukon kohdalla valumuotina on käytetty polyuretaanilevyä. Kuva: Talokeskus

4.6 Tapaus 5: Alalaattapalkisto II

4.6.1 Esittely

Kohde on vuosina 1952-1953 rakennettu kahden asuinkerrostalon kokonaisuus Lauttasaaressa. Molemmat kohteen rakennuksista ovat nelikerroksisia asuinkerrostaloja ja niissä on käytetty samoja, rakentamisajankohdalle varsin tyypillisiä rakenneratkaisuja. Kohteeseen tehdään täydellinen perinteinen linjasaneeraus ja Talokeskus toimii rakennustyön valvojana. Tämän tutkimuksen aikana ensimmäisestä rakennuksesta on purettu kaikki purettavaksi määrätyt rakenteet, välipohjien korjaaminen sekä vesi- ja viemäriputkien ja sähkökaapeleiden asennukset ovat kesken. Toisen rakennuksen korjaustyöt aloitetaan, kun ensimmäinen on valmis. Kohteesta saatiin tietoa tutkimalla suunnitelmia ja muita dokumentteja joita oli tarjolla kattavasti. Lisäksi saatiin suullisia tiedonantoja kohteen valvojalta ja tehtiin työmaavierailuja.

Kantavana runkona molemmissa rakennuksissa toimii betoninen palkkipilarirunko, johon yhdistyy välipohjan alalaattapalkisto. Ulkoseinät on muurattu tiilestä. Alalaattapalkiston päälle on valettu erillinen pintabetonilaatta, joka on erotettu alalaattapalkiston kantavista palkeista muottilaudoituksella. Välipohjan täyteenä on rakennusjätettä, sahanpurua ja turvetta sekaisin, muottilaudat on jätetty paikoilleen alalaattapalkiston sisään. Vanhan pintabetonilaatan paksuus on noin 80 mm, palkkien korkeus noin 300 mm ja alalaatan paksuus noin 50 mm.

Välipohjatäytteistä on otettu yksi näyte haitta-aine koetta varten ja näytteessä on todettu kohtuullinen mikrobivaurio, rihmastoja ja biofilmiä. Välipohjan sisällä olevien muottilautojen puu on osittain lahovaurioitunut. Löydettyjen mikrobilajien tiedetään tuottavan terveyshaittaa ja olevan tyypillisiä kosteusvaurioille. Kohteen molempien rakennusten kylpyhuoneet on uusittu vuonna 1992, jolloin välipohjatäytteet on vaihdettu kevytsoraan kylpyhuoneiden kohdalla. Muut välipohjatäytteet ovat rakennusaikaisia.

4.6.2 Suunnittelutilanteet

Kohteeseen tehdään täydellinen perinteinen linjasaneeraus, jossa vesi ja viemäriputket uusitaan niiden alkuperäisille tai nykyisille paikoilleen ja lisäksi rakennuksiin asennetaan koneellinen ilmanvaihto. Välipohjatäytteiden mikrobivaurioiden ja tulevan koneellisen ilmanvaihdon takia rakennuksien kaikki välipohjatäytteet vaihdetaan ja samalla väliseinät sekä kalusteet uusitaan kokonaan. Väliseinien sijainteihin tulee joitain muutoksia huonejakojen muuttuessa. Kohteen välipohjiin liittyvät suunnittelutilanteet ovat seuraavat:

- Kuivien tilojen uusi välipohjarakenne, täytöt ja uusi pintalaatta
- Märkätilojen uusi välipohjarakenne, täytöt ja uusi pintalaatta, vesieristys
- Uusien väliseinien tukeminen
- Välipohjan liittyminen kantavaan seinään kuivassa tilassa
- Välipohjan liittyminen kantavaan seinään märkätilassa
- Huoneistojen välisten seinien liittyminen välipohjaan
- Talotekniikan nousukotelon liittyminen välipohjaan
- Kylpyhuoneen kynnysdetalji
- Kylpyhuoneen lattiakaivon vesieristeen liittyminen
- Läpivientien palokatkot

Pintalaatan purkamisen ja täytteiden poistamisen yhteydessä tuli ilmi, että alalaattapalkiston palkkien yläosat ovat huonokuntoisia ja valultaan vajaita. Muilta osin kantavat rakenteet ovat kunnossa. Palkkien yläosien kunto ja niiden korkoasemien vaihtelu aiheuttivat yhden suunnittelutilanteen lisää.

- Palkkien yläosien korjaaminen ja samalla sopivien korkojen ja pintojen luominen tulevien töiden mahdollistamiseksi



Kuva 4.6.1: Rakennuksesta on purettu kaikki väliseinät ja kalusteet, alalaattapalkisto on kokonaan näkyvillä. Täytteet on poistettu huolellisesti ja palkkien yläosat on valettu uudelleen. Kuva: Talokeskus

4.6.3 Ratkaisut

Välipohjatäytteiden poistamisen ja alalaattapalkiston puhdistuksen jälkeen ensimmäinen työvaihe on palkkien yläosien korjaaminen. Palkit korjattiin valamalla niiden yläosat uudeen juotosbetonista. Uusien välipohjarakenteiden rakentaminen alkaa täytemateriaalien asentamisella. Kuivien tilojen uusissa välipohjarakenteissa käytetään täyteenä alalaatan päällä akustisena painotäytteenä kuivattua, hienoa hiekkaa ja sen päällä äänenvaimennusvillaa. Kuivien tilojen pintalaatta tehdään liittolaattana, jossa teräksiset liittolevyt toimivat myös valumuotteina. Liittolaatta valetaan tavallisesta betonista 80 mm paksuisena ja se on raudoitettu rauditusverkolla. Pintalaatta erotetaan palkeista ääneneristysten takaamiseksi tärinävaimennusmateriaalilla. Märkätilojen välipohjarakenteissa täytenä käytetään kevytsoraa, jonka päälle asennetaan xps-eriste pintalaatan valua varten. Pintalaatta, joka on 70-90 mm paksu, tehdään teräsbetonista ja erotetaan palkeista ja täytteistä suodatinkankaalla. Laataan tehdään kallistukset lattiakaivolle. Se vesieristetään ja lopuksi laatoitetaan.

Väliseinämuutokset liittyvät erityisesti märkätilojen laajentamiseen. Ne väliseinien osat, jotka kulkevat vanhojen alalaattapalkiston palkkien suuntaisesti palkkien välin keskellä kannatetaan uusilla teräsbetonipalkeilla. Uudet palkit kannatetaan vanhoihin tapituksella. Ne väliseinien osat, jotka kulkevat kohtisuoraan vanhoja palkkeja vastaan eivät vaadi palkiston vahvistamista. Väliseinän erottaessa märkätilan kuivasta tilasta käytetään väliseinäharkkoa erottamaan eri välipohjatäytteet toisistaan ja pitämään kevytsoratäytön paikallaan. Myös eri välipohjatyypin erilaiset pintalaatat kohtaavat tällaisen väliseinän kohdalla. Kuivan tilan liittolaatta erotetaan seinärakenteesta ja märkätilan teräsbetonilaatasta käyttämällä umpisoluisia irroitustaistia.

Välipohjien liittymisessä seiniin huomioidaan eri tilojen erilaiset välipohjarakenteet. Märkätilojen välipohjan pintalaatta kannatetaan porrashuoneen ja ulkovaipan kantaviin tiili seiniin L-teräksillä ja kierretangoilla käyttäen kemiallista ankkurointimassaa. Huoneistojen välisten seinien kohdalla märkätilojen teräsbetonilaatat katkaistaan umpisoluisella irroitustaistalla. Huoneistojen väliset seinät ovat alkuperäisen huonejaon mukaisia ja osuvat näin palkkien päälle. Laatta tarvitsee vähintään 60mm tukipituuden. Jos palkin leveys riittää sopivan tukipituuden saavuttamiseksi molempien huoneistojen laatoille, palkkia ei tarvitse levittää. Muissa tapauksissa vanhaa palkkia levitetään riittävän tukipituuden saamiseksi valamalla vanhan palkin viereen tarvittavan kokoinen lisäpalkki. Palkkien yhteistoiminta taataan ankkuroimalla uusi palkki vanhaan. Kuivia tiloja erottavien väliseinien kohdalla käytetään liittolaattojen erottamiseksi toisistaan niin ikään umpisoluisia irroitustaistia. Niiltä osin, kun tällainen seinä kulkee kohtisuoraan palkkeja vasten, palkkien välillä ontelotilassa käytetään palovillaa rakenteiden palo-osastoinnin järjestämiseksi. Kuivien tilojen liittolaatat kannatetaan tiili-seiniin ankkuroimalla ja L-teräksillä. Tiiliseinään kiinnitetyt L-teräkset erotetaan laatasta tärinävaimennuksella. Märkätilojen kohdalla kuilujen sisällä palokatkot valetaan kipsipohjaisesta palokatkomassasta pintalaatan korkeudelle ja kannatetaan tartunnoilla pinta-laattoihin. Kuivissa tiloissa palokatko kannatetaan ja valetaan pintalaatan sijaan vanhoihin palkkeihin ja uusiin, kuilua reunustaviin rakenteisiin. Kuilut, joiden leveys on yli 500 mm, reunustetaan uusilla teräsbetonipalkeilla ja kuissa, joiden leveys on tätä pienempi, käytetään ontelotilassa väliseinäharkkoja kuten väliseinien sijaintimuutosten tapauksissa. Liittolaatan reunoilla käytetään liittopellin profiilin suuntaisia peltikulmia laatan reunan vahvistamiseksi kaikissa tilanteissa. Väliseinien yläreunan ja alalaatan alapinnan välillä käytetään elastista massaa tai paloalueiden rajoilla elastista palosilikonia.

Palonkestävyyden varmistamiseksi alalaattapalkiston palkkien alapinnoista tutkitaan kantavien terästen suojabetonipeitteen paksuutta. Tarvittaessa alemman kerroksen katto levytetään riittävän palonsuojan saamiseksi. Alalaatassa mahdollisesti esiintyvät halkeamat tiivistetään elastisella palomassalla. Vesi- ja viemäriputket sekä sähköjohdot tuodaan asuntoihin kevytsoraharkon läpi. Valamalla lopuksi harkko umpeen palokatkomassalla saadaan myös läpivientien palokatkot määräysten vaatimusten mukaisiksi.



Kuva 4.6.2: Uudet täytteet ja eristekaista on asennettu. Kuva: Talokeskus



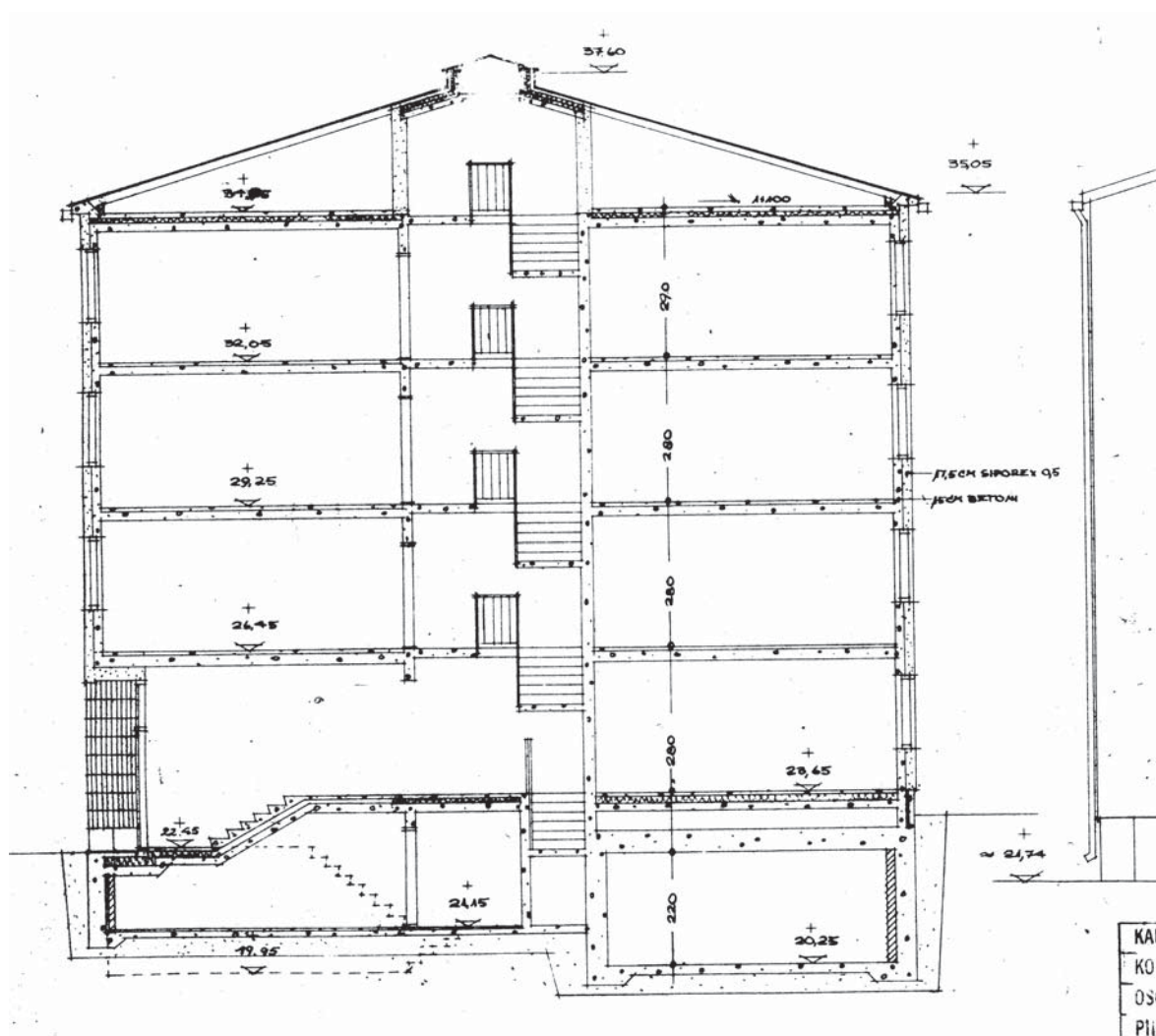
Kuva 4.6.3: Uusi pintalaatta tehdään liittolaattana, jolloin liittolevyt toimivat myös valumuottina. Tässä kohteessa on käytetty tavallista betonia ja rauditusverkkoa, mutta rakenne voidaan tehdä myös esimerkiksi kuitubetonista. Kuva: Talokeskus

4.7 Tapaus 6: Massiivilaatta

4.7.1 Esittely

Kohde on vuonna 1960 rakennettu asuinkerrostalo Alppilassa. Rakennuksessa on neljä asuin-kerrosta, kellari ja ullakko. Kohteeseen on tehty perinteinen linjasaneeraus vuosina 2013-2014, jonka yhteydessä kylpyhuoneet uusittiin. Talokeskus on toiminut hankkeessa suunnittelijana. Kohteesta saatiin tietoa tutkimalla suunnitelmia ja muita dokumentteja joita oli tarjolla kattavasti. Lisäksi saatiin suullisia tiedonantoja suunnittelijoilta.

Kohteessa on betoniseinärunko, välipohjat on rakennettu ääntä eristämättömänä massiivilaattana, jonka päällä asunnoissa on erillinen pintabetonilaatta. Massiivilaatan paksuus on noin 180 mm ja pintalaatan noin 50-70 mm. Kellarin ja ensimmäisen kerroksen välisessä välipohjassa on massiivilaatan ja pintabetonilaatan välissä eristekerros.



Kuva 4.7.1: Kohteesta löytyy rakennusaikaiset arkkitehtipiirustukset, joiden leikkauskuva antaa viitteitä välipohjarakenteesta. Varsinaisia rakennekuvia ei ole saatavilla, eikä arkkitehtipiirros ole luotettava lähde rakenteiden arviointiin. Kuva: Leikkaus, P75-092939, Helsingin kaupunginarkisto

4.7.2 Suunnittelutilanteet

Suunnittelutilanteet liittyvät märkätilojen vesieristeen ja vesi- sekä viemäriputkien uusimiseen:

- Uusi välipohjarakenne
- Kylpyhuoneen kynnyksdetalji
- Kylpyhuoneen lattiakaivon vesieristeen liittyminen
- Läpivientien palokatkot

4.7.3 Ratkaisut

Kylpyhuoneiden välipohjarakenteet uusittiin pitkälti alkuperäisen rakenteen mukaisiksi. Vanhat pintarakenteet purettiin kantavan massiivilaatan yläpintaan saakka. Uusi pintalatta valettiin suoraan massiivilaatan päälle. Laattojen väliin asennettiin eristeeksi mineraalivilla tai uritettu Finnfoam-levy, jos laattojen välissä oli ollut eriste. Lattiat, joissa eristettä ei ollut jätettiin eristämättömiksi. Uusi pintavalu tehtiin 50-70 mm paksuna raudoitettuna teräsbetoni-laattana, johon tehtiin tarvittavat kaadot lattiakaivoille. Vesieristysenä käytettiin pintalaatan ja laatoituksen välissä siveltävää vedeneristystä. Viemärit asennettiin alemman kerroksen alaslaskettuun kattoon. Alakatto toteutettiin puurunkoisena levykattona kipsilevyillä ja mineraalivillalla.



Kuva 4.7.2: Vanha pintalatta purettu ja uudet viemärit asennettu. Kuva: Talokeskus

4.8 Tapaustutkimusten yhteenveto

Perinteisen linjasaneerauksen yhteydessä rakennesuunnittelun suunnittelutilanteet koostuvat pääasiassa kolmesta osasta. Ensimmäinen osa on perinteisen linjasaneerauksen lvi-töiden ja märkätiloja koskevien vaatimusten aiheuttamat muutokset lattiarakenteeseen. Uusien putkiasennusten takia märkätilojen vanha pintalaatta joudutaan purkamaan ja uusi rakentamaan. Myös massiivilaattarakenteisissa välipohjissa, joissa putkiasennukset eivät vaadi vanhan rakenteen purkamista, pintalaatat uusitaan märkätilan lattiakaatojen rakentamiseksi. Märkätilojen vesieristys päivitetään välipohjien korjaamisen yhteydessä vastaamaan nykyaikaisia vaatimuksia. Tämän työn tapaustutkimuskohteista kaikissa vesieristys oli uusittu käyttämällä siveltävää vesieristettä. Määräykset asettavat vaatimuksia käytettävälle vedeneristeelle ja vedeneristysjärjestelmiä sertifioi Suomessa VTT. Vesieristeen uusimiseen liittyvät suunnittelutilanteet ovat vesieristeen liittyminen lattiakaivoon ja kylpyhuoneen kynnykseen, joista kummastakin tehdään oma detaljipiirustuksensa. Välipohjarakenteesta tehdään rakennesuunnitelma, josta käy ilmi uuden pintalaatan kannatus, uuden ja vanhan rakenteen liittyminen sekä vesieristys.

Palkistorakenteisissa välipohjissa palkkien välinen tila on täytetty välipohjan ominaisuuksien parantamiseksi käyttämällä orgaanisia täytteitä, kiviaineisia täytteitä tai molempia yhdessä. Orgaaniset täytöt ovat alttiita mikrobivaurioille ja vaurioitumattominakin ne sisältävät mikrobeja. Tästä syystä kaikissa kohteissa orgaaniset täytöt on poistettu niiltä osin, kuin rakenteita on avattu. Talokeskuksen suunnittelemisissa kohteissa kaikissa on ensin pyritty jättämään vanha kiviaineinen täyttö paikoilleen, sillä se on varsin toimiva, valmiiksi tiivistynyt ja riskitön vaihtoehto. Kaikissa tapauksissa tämä ei ole onnistunut. Tapauksessa 1 kiviaineista täyttöä ei voitu erottaa orgaanisesta tai sitä ei ollut ollenkaan. Tapauksessa 2 kaikki täytteet jouduttiin vaihtamaan märkätilojen osalta, sillä rakenteet puhdistettiin kreosootista. Tapauksessa 5 täytteissä oli todettu mahdollisesti terveydelle haitallisia mikrobivaurioita, joten täytteet poistettiin kokonaan, jotta voitiin olla varmoja rakennuksen terveellisyydestä.

Tapauksissa 2, 4 ja 5 märkätilojen uusi pintabetonilaatta valettiin suoraan täytteiden päälle ilman erillistä valumuottia. Näissä tapauksissa muiden ominaisuuksien lisäksi välipohjan uudelta täytöltä vaadittiin hyvää tiivistymistä. Pintalaatan valaminen suoraan täytteiden päälle mahdollistaa varsinaisen valumuotin käyttämättä jättämisen. Pintabetonin valussa muottia ei jälkikäteen voida poistaa rakenteen sisältä, joten sen on toimittava osana rakennetta. Tapauksessa 5 kuivien tilojen uusi pintalaatta on tehty liittorakenteena, jolloin liittolevyt toimivat myös valumuottina. Tapauksissa 3 ja 6 pintalaatta valettiin suoraan kantavan massiivilaatan tai eristeiden päälle, jolloin erillistä valumuottia ei tarvita. Tapaus 1 on tapauksista ainoa, jossa valulle jouduttiin rakentamaan muottipinta vanerista. Ongelma on puupalkistoille tyypillinen ja aiheuttaa rakenteen, jonka rakentaminen on monivaiheista ja siksi hidasta.

Toinen kolmesta suunnittelutilanteiden osasta on paloturvallisuus. Perinteiselle linjasaneeraukselle, jossa vanhat vesi- ja viemäriputket vaihdetaan uusiin, läpivientien palokatkot muodostavat yhden työläimmistä suunnittelutilanteista. Läpivientien palokatkot on kaikissa kohteissa toteutettu käyttämällä tuotevalmistajan suunnitelmia suoraan tai muokattuina. Näiden detaljikuvien lisäksi palokatkopohjiin merkitään kunkin läpiviennin paikka ja tyyppi.

Läpivientien palokatkojen lisäksi paloturvallisuus otetaan huomioon niitä uusia rakenteita suunniteltaessa, jotka toimivat palo-osastoivina. Lisäksi paloturvallisuus tulee huomioida teräs- ja teräsbetonirakenteiden kohdalla. Tapauksessa 1 kellarin katon teräspalkit suojattiin alapuolista paloa vastaan ruiskutettavalla palonsuoja-aineella. Tapauksessa 5 suojabetonin paksuudesta kantavien palkkien alareunoissa suoritettiin mittauksia ja riittämättömällä betonikerroksella suojattujen terästen kohdalla rakenne suojattiin alapuolista paloa vastaan levyttämällä.

Kolmas osa on muutosten ja vaurioiden aiheuttamat suunnittelutilanteet. Nämä tilanteet eivät ole tyydyttävissä, yleistettävissä ja ennakoitavissa kuten kahden aiemman osan suunnittelutilanteet, jonka takia näistä aiheutuu suhteessa eniten suunnittelutyötä. Tapauksissa 2, 3 ja 5 tulee hyvin ilmi se, miten huonejakoon tai kuormitukseen tehtävät muutokset lisäävät suunnittelutilanteiden määrää. Kantavien välipohjarakenteiden ollessa lähes aina piilossa vauriot ja niiden korjaustarpeet selviävät vasta rakenneavauksien yhteydessä. Koska erityisesti puupalkistoisissa välipohjissa palkkien korjaamisen aiheuttamat suunnittelutilanteet ovat yleisiä, ne on tapauksessa 1 otettu huomioon jo ensimmäisiä suunnitelmia tehtäessä. Kaikissa tapauksissa suunnitelmiin on liitetty maininta rakenteiden tarkastamisesta avattaessa. Tämän tapaustutkimuksen perusteella kohteissa, joissa välipohja on joko betoni- tai teräsrakenneinen kantavan rakenteen vauriot eivät ole yhtä todennäköisiä kuin puupalkistoisissa rakenteissa. Kaikissa tapauksissa, joissa muutoksia on tehty, palkistorakenteiset välipohjat ovat tarvinneet vahvistamista.

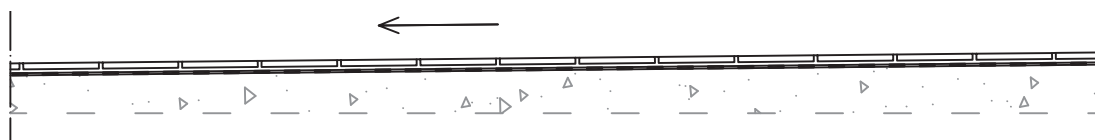
Taulukko 4.8.1: Tapaustutkimuskohteiden suunnittelutilanteet taulukoituna.

Tapausnro	1	2	3	4	5	6
Rakennusvuosi	1902	1911	1920	1937	1953	1960
Välipohjatyyppi	puu-palkisto	teräs-palkisto	muu	alalaatta-palkisto	alalaatta-palkisto	massiivi-laatta
Märkätilat uusitaan	kyllä	kyllä	kyllä	kyllä	kyllä	kyllä
Muutoksia huonejaossa	ei	kyllä	kyllä	ei	kyllä	ei
Uusi pintabetonilaatta vanhan rakenteen päälle			x	x		x
uusien täytteiden päälle		x		x		
uuden levytyksen tai muu x		x			x	
lisäkannatus	x	x		x	x	
Täytteet						
vaihdetaan kokonaan	x	x			x	
vaihdetaan osittain		x		x		
ei ole			x			x
Kantava rakenne						
palkki	x	x		x	x	
laatta		x				x
korjauksia	x				x	
vahvistuksia		x	x		x	

5 Ratkaisuvaihtoehdot eri rakenneosille

5.1 Märkätilojen pintalaatta

Märkätilojen pintabetonilaattojen uusiminen on tyypillisesti välttämätön osa linjasaneeraus-hanketta, sillä märkätilojen vedeneristykset halutaan päivittää nykypäivän vaatimusten tasolle ja välipohjarakenteet joudutaan avaamaan vesi- ja viemäriputkien asennusta varten. Märkätilojen lattiat suositellaan toteutettavaksi betonirakenteisina, sillä betoni sopii vesi-eristettäväksi pinnaksi, kallistusten teko betonilaattaan on helppoa ja lisäksi betoninen laatta varaa lämpöä ja soveltuu siksi käytettäväksi lattialämmityksen yhteydessä. Vedeneristeenä käytetään siveltäviä vesieristysjärjestelmiä, joiden tuotteet ja menetelmät ovat VTT:n sertifioimia. Rakenteellisesti vesieristys täytyy ottaa huomioon pintalaattoja ja niitä tukevia rakenteita suunniteltaessa erityisesti siinä, että vedeneristyskerros ei saa revetä rakenteiden liikkeiden takia. Esimerkiksi laatan painuminen voi aiheuttaa vesieristeen repeämistä laatan ja seinän rajapinnassa. Vesieristeen lisäksi suunnittelussa otetaan huomioon rakenteen lämpö- ja kosteustekninen toiminta sekä rakenteen palo- ja ääneneristävyys säilyminen vähintään rakennusaikaisella tasolla. Lisäksi hyvä suunnitteluratkaisu on sellainen, jonka myöhemmät korjaukset ovat kohtuullisen helposti tehtävissä. (RT 84-11093, RT 84-10759)



Kuva 5.1.1: Märkätilojen pintarakenne 1:10. Rakenne ylhäältä alas:

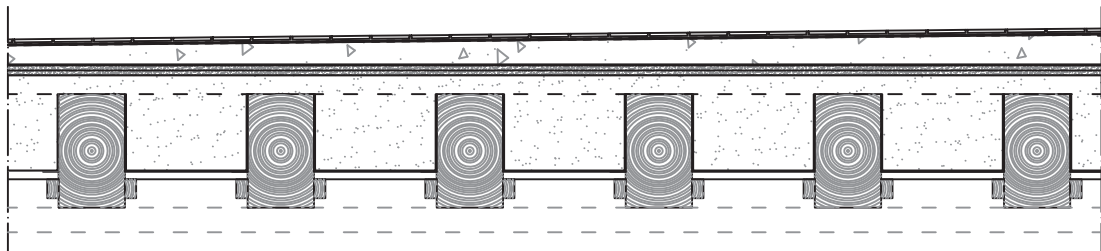
- Laatoitus arkkitehtisuunnitelmien mukaan
- Kiinnityslaasti, yhteensopiva vesieristeen kanssa
- Siveltävä vesieristys valmistajan ohjeen mukaan
- Teräsbetonilaatta, kallistukset 1:50 kaivon ympärillä ja 1:100 muualla
- Pinnan hierto vesieristevalmistajan ohjeen mukaan. Kuva: Suvi Takko

Tämän luvun ratkaisuvaihtoehtojen pintarakenne on esitetty kuvassa 5.1.1 ja se sisältää pintalaatan hierron vedeneristevalmistajan ohjeiden mukaan, siveltävän vedeneristyksen, kiinnityslaastin sekä laatoituksen. Tämä pintarakenne on ollut ainoa käytetty pintarakenne luvun 4 tapaustutkimuskohtissa. Kaikki luvussa esitetyt ratkaisut sopivat myös muille lattiamateriaaleille ja pintarakenteille. Pintarakenteiden vedeneristeen kriittiset kohdat, liittyminen lattiakaivon ja kynnykseen vaativat omat, erilliset detaljipiirustuksensa. Lattiakaivon ja vedeneristysjärjestelmän on sovittava yhteen. Perusperiaate on, että vedeneriste kääntyy lattiakaivon sisään, jossa se kiristetään tiiviiksi. Märkätila kynnyksen kohdalla vedeneriste nostetaan vähintään 15 mm ylöspäin ja kynnyksen päälle. (RT 84-11093)

Lattioissa, joissa pintabetoni on valettu levytyksen päälle, lattiakaivon ympärillä pintalaatan paksuus on vähintään 50 mm (RT 84-11093). Ohuiden laattojen ongelma on nurkkien nousu, joka johtuu laatan epätasaisesta kuivumisesta. Laatan paksuuden ollessa vähintään 70 mm nurkkien nousu vähenee huomattavasti. Tasaisemman kuivumisen takaamiseksi laattojen alla käytetään hengittäviä rakennusmateriaaleja kuten suodatinkangasta. Vähintään 70 mm laattapaksuudella myös estetään kelluvien laattojen keinumisen niiden päällä kävellessä. Laattaan valettavat kaadot ovat lattiakaivon ympärillä 1:50 ja muualla 1:100. (RT 84-11093, RT 84-10759)

5.1.1 Puupalkisto

Puupalkistoisissa välipohjissa lattiarakenteen kuormat tuodaan puuvasojen kannettaviksi. Rossilaudoitus tai muu palkkien alareunaan tuettu aluslaudoitus on suunniteltu kantamaan vain välipohjatäytteiden oma paino, joten uutta betonista pintalaattaa ei yleensä voi kannattaa välipohjatäytteiden varaan. Suositeltu levyrakenteinen lattia pintalaatan toteuttamiseksi puupalkistoisissa välipohjissa on esitetty kuvassa 5.1.2. Levytys tulee tehdä märkätilaan soveltuvista levyistä. Tapaustutkimusten kohteissa levytykseen on käytetty vaneria. Filmivanerin käyttö ei sen hyvistä kosteusominaisuuksista huolimatta ole mahdollista kutistumisen takia. Kipsilevyvalmistajilla on tarjolla erityisesti märkätilojen levyrakenteisiin lattioihin suunniteltuja levyjä, mutta niiden pitkäaikaiskestävyydestä ei vielä ole kokemuksia, eikä niitä siksi voida suositella kansallisissa ohjeissa. Kosteusominaisuuksien lisäksi levytyksen tulee olla riittävän jäykkää, jotta se ei valun aikana liiku tai taivu, sekä niin tiivis, että pintalaatan valu onnistuu ongelmitta. Jäykkyys on ensiarvoisen tärkeää vesieristeen rikkoontumattomuuden kannalta, sillä betonilaatta ei vesieristeen kuivumisen jälkeen saa liikkua suhteessa märkätilan seiniin. Riittävän jäykän levytyksen aikaansaamiseksi levytyksen alapuolisen rakenteen on oltava riittävän tiheä ja jäykkä. Tarvittaessa kantavaa puupalkistoa tihennetään tai sen päälle asennetaan sekundääripalkisto. Jäykkyyden ja tiiviiden takaamiseksi levytys on kannattavaa tehdä kaksinkertaisena niin, että levyjen saumat limitetään. Levyt kiinnitetään ruuvaamalla ja liimaamalla. Levytys ja pintalaatta erotetaan toisistaan suodatinkankaalla tai sitkeällä rakennuspaperilla kahdesta syystä. Ensimmäinen syy on levytyksen suojaaminen sementtiliimalta. Toiseksi rakennuspaperi tai suodatinkangas toimii laakerikerroksena levyjen ja laatan välissä mahdollistaen rakenteiden liikkumisen toisiinsa nähden. Tämä on tärkeää, ettei rakenteisiin muodostu niitä rikkovia pakkovoimia. (RT 84-11093) (RT 83-10902)



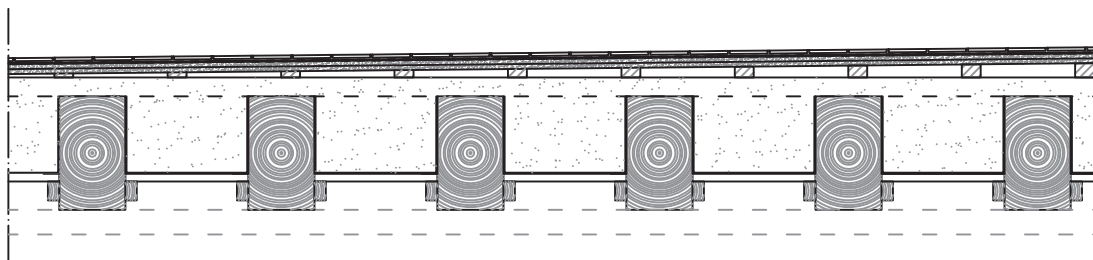
Kuva 5.1.2: Pintalaatta levytyksen päälle puupalkiston varaan 1:20. Rakenne ylhäältä alas:

- Pintarakenne kuvan 5.1.1 mukaan
- Suodatinkangas
- Levytys kaksinkertaisella, märkätilaan sopivalla levyllä
- Mahdollinen sekundääripalkisto tai koolaus
- Vanha kantava puupalkisto, täyttö luvun 5.3 mukaan
- Rossilaudoitus tai muu täytteet kantava rakenne. Kuva: Suvi Takko

Alkuperäiseen rakenteeseen verrattuna uusi lattiarakenne on huomattavasti alkuperäistä painavampi. Betonilaatan aiheuttamien lisäkuormitusten takia palkistoa voidaan joutua vahvistamaan. Rakenteiden vahvistuksia on käsitelty luvussa 5.8. Tavallinen tilanne on, että puupalkistoisia rakennuksia linjasaneerataan jo toistamiseen niiden korkean iän takia. Kertaalleen saneeratuissa kohteissa märkätiloissa tyypillisesti on jo pintabetonilaatta pelkän valuasfaltin sijaan ja palkistoon on tehty tarvittavat vahvistukset kasvaneiden kuormien kannattamiseksi. Näissä tapauksissa palkistojen vahvistamiseen ei tarvitse enää ryhtyä,

Vanhan puupalkistaisen välipohjan palo- ja ääneneristysominaisuudet eivät lähtökohtaisesti täytä uudisrakentamiselle asetettuja vaatimuksia. Korjausrakentamisessa riittää, että rakenteen ominaisuuksia ei muutoksilla heikennetä, joten rakenteen toteuttaminen vanhaa rakennetta mukaille rakennepaksuuksien, materiaalien ja liittymien osalta tavallisesti riittää. Puupalkistaisen välipohjarakenteen paloneristävyttä voidaan parantaa nykyiset määräykset täyttävälle tasolle esimerkiksi puukoolauksen tai alalaudoituksen alapuolelle asennettavalla kaksinkertaisella palonsuojalevytyksellä. Ääneneristävyttä parantavat esimerkiksi välipohjan täyttäminen ilmatilaa jättämättä, palonsuojalevytyksen käyttäminen ja joustava alakattorakenne. Alakattorakenteita on käsitelty tarkemmin luvussa 5.6.

Levytyksen päälle valetulle pintalaatalla ei puupalkistossa löydy juurikaan varteenotettavia vaihtoehtoja. Erilaiset markkinoilla olevat märkätilojen lattiajärjestelmät ja -materiaalit vaativat lähes kaikki alustaksi betonilaattaa tai muuta kovaa, jäykkää ja liikkumatonta alustaa. Suomessa myytävänä olevista tuotemerkeistä Gyproc on sertifioinut märkätilajärjestelmän, joka voidaan toteuttaa pelkillä levyillä ilman betonilaattaa. Järjestelmä on VTT:n sertifioima ja sisältää kaksi vaihtoehtoa puupalkistoille välipohjarakenteille. Ensimmäinen vaihtoehto on aiemmin tässä luvussa esitetyn levyrakenteisen lattian mukainen ratkaisu, jossa pintabetonilaatta valetaan levytyksen päälle. Toinen ratkaisu on toteutettu ilman pintabetonilaattaa ja esitetty kuvassa 5.1.3. Ratkaisussa lattian kallistukset on tehty rimoituksella, levytys on asennettu rimoituksen päälle ruuvaamalla ja liimaamalla ja vedeneristys on sivelty suoraan levytyksen päälle. VTT:n sertifioimana rakenne täyttää märkätilan rakenteelle asetetut vaatimukset ja sen etu on pintabetonilaatalla toteutettuun lattiarakenteeseen verrattuna pienempi rakennekorkeus ja kevyempi paino (VTT 174/02, Saint-Gobain Rakennustuotteet 2002). Järjestelmän riskit liittyvät sen pitkäaikaisen kestävyyspuutteellisiin tietoihin. Puupalkistoinen välipohja on rakenne, jossa kosteusvauriot voivat aiheuttaa vakavia, kapasiteettia heikentäviä vaurioita kantaviin rakenneseisiin. Tästä syystä puupalkistoille ei voi suositella rakennejärjestelmiä, joiden pitkäaikaisesta kestävyydestä ei ole kokemuksia.



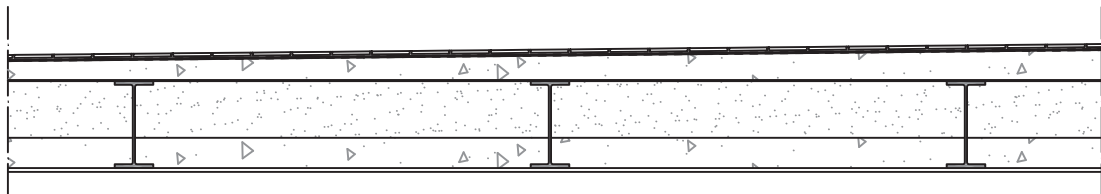
Kuva 5.1.3: Levyrakenteinen lattia ilman pintalaattaa 1:20. Rakenne ylhäältä alas:

- Laatoitus arkkitehtisuunnitelmien mukaan
- Kiinnityslaasti, yhteensopiva vesieristeen kanssa
- Siveltävä vesieristys valmistajan ohjeen mukaan
- Levytys kaksinkertaisella, märkätilaan sopivalla levyllä
- Rimotus, kallistukset 1:50 kaivon ympärillä ja 1:100 muulloin
- Koolaus
- Vanha kantava puupalkisto, täyttö luvun 5.3 mukaan
- Rossilaudoitus tai muu täytteet kantava rakenne. Kuva: Suvi Takko

5.1.2 Teräspalkisto ja alalaattapalkisto

Teräs- ja alalaattapalkistot ovat korjattavina välipohjarakenteina hyvin samankaltaisia. Kantavien palkkien lisäksi rakenteissa on alalaatta, jonka kantavuus on tärkein yksittäinen peruste uuden pintalaatan suunnitteluratkaisun valinnassa. Uusi pintalaatta voidaan suunnitella rakennettavaksi välipohjan täytteiden varaan, jolloin alalaatta kantaa pintalaatalta tulevat kuormat. Tällöin alalaatan tulee olla osittain kantava. Tavallisesti alalaatat, jotka on jo rakennusaikana suunniteltu nimenomaan märkätiloihin ovat muiden tilojen alalaattoja vahvempia. Toinen vaihtoehto on rakentaa uusi pintalaatta palkkien varaan, jos vanhan alalaatan kantavuuteen tai täytteiden painumattomuuteen ei voida luottaa.

Täytteiden varaan valetun pintalaatan tapauksessa täytteiden painumattomuus on ensisijaisen tärkeää. Täytteiden painuminen aiheuttaa pintalaatan painumista ja siten vesieristeen repeytymistä. Täytteiden painumattomuus taataan oikealla täytemateriaalilla ja huolellisella tiivistämisellä. Märkätiloihin sopivia täytteitä ja niiden ominaisuuksia on arvioitu luvussa 5.3. Pintalaatan valua varten täytteiden suojaksi asennetaan suodatinkangas, joka estää sementtiliiman pääsyn täyteaineeseen. Laatta irrotetaan seinistä solumuovisella irrotuskaistalla. Laatan painumattomuuden varmistamiseksi sen ulokkeelliset reunat voidaan tukea erikseen muuraamalla esimerkiksi kevytsoraharkkoista tukirakenne alalaattaan. Alalaatan kantavuuden arviointi on tapauskohtaista ja sen kuormitusta ei saa lisätä alkuperäiseen tilanteeseen verrattuna. Vanhojen painavien kiviaineisten täyttöjen vaihtaminen uusiin kevyempiin täyttöihin vähentää alalaatalle tulevaa kuormitusta ja mahdollistaa osaltaan pintalaatan kannattamisen täytteiden varaan. Tapaustutkimusten kohteessa 2 teräspalkistoisten märkätilojen pintalaatat ja niille tulevat kuormat voitiin kannattaa välipohjatäytteiden välityksellä suoraan alalaatalle, kuten kuvassa 5.1.4.



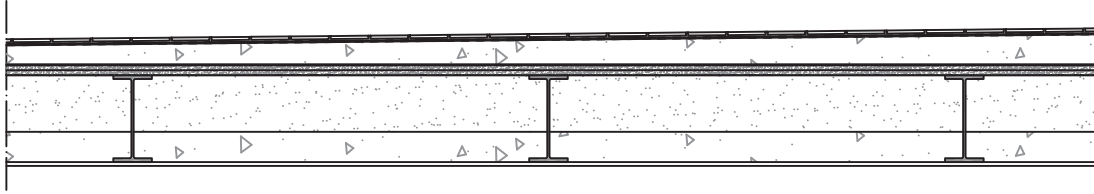
Kuva 5.1.4: Pintalaatta valettuna täytteiden varaan 1:20. Rakenne ylhäältä alas:

- Pintarakenne kuvat 5.1.1 mukaan
- Suodatinkangas
- Kantava teräspalkisto, täytteet luvun 5.3 mukaan
- Kantava tai osittain kantava betoninen alalaatta. Kuva: Suvi Takko

Mikäli alalaatan kantavuuteen ei voida luottaa, se tiedetään riittämättömäksi tai kuormitukset oleellisesti lisääntyisivät alkuperäisestä, täytyy pintalaatta kannattaa täytteiden sijaan palkeilla ja laattaa ympäröivillä kantavilla seinillä. Laatta valetaan levytyksen päälle, kuten puupalkistojen märkätilojen pintalaatat. Levytykseen sopivat samat levytuotteet kuin puupalkistaiseenkin välipohjaan.

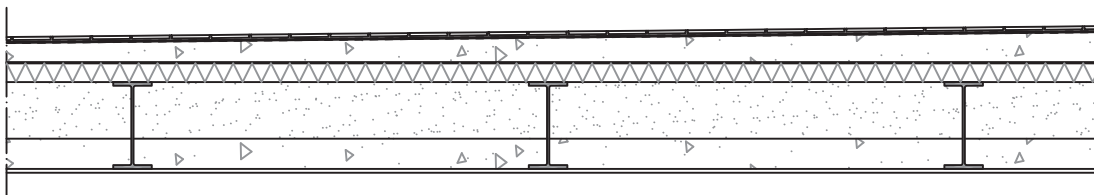
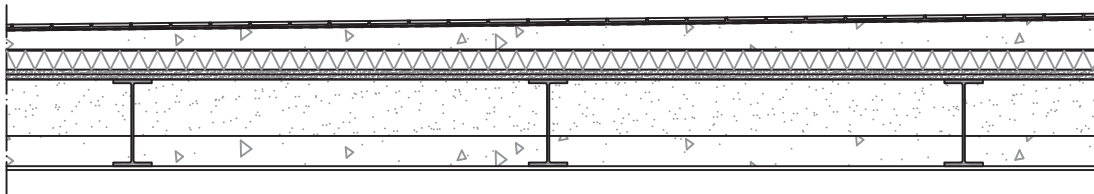
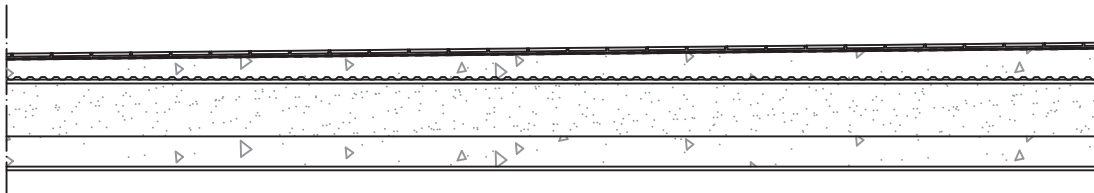
Teräs- ja teräsbetonipalkistoisissa välipohjissa voidaan käyttää levytykseen myös teräspoimulevyä. Käytettäessä teräspoimulevyä betonilaatan alla tulee ottaa huomioon, että rakenne kuivuu vain ylöspäin. Kuivuminen on tällöin paitsi hitaampaa, myös reunojen nousemiseen on suurempi riski ja rakenteen tulee olla hyvin kuivunut, ennen kuin se on mahdollista

vesieristää. Toinen vaihtoehto on valaa pintalaatta täytteiden varaan, mutta ankkuroida se ympäröiviin seiniin ja kantaviin palkkeihin. Tällöin laatan kuivuttua se on riippumaton täytteiden painumisesta ja siirtää kuormat suoraan palkistolle ja kantaville seinille, mutta laatan alle ei tarvita levytystä. Alalaattaa voi tarvittaessa vahvistaa alapuolisella tuennalla, jotta se kestää valunaikaiset kuormitukset.



Kuva 5.1.5: Pintalaatta levytyksen varaan 1:20. Rakenne ylhäältä alas:

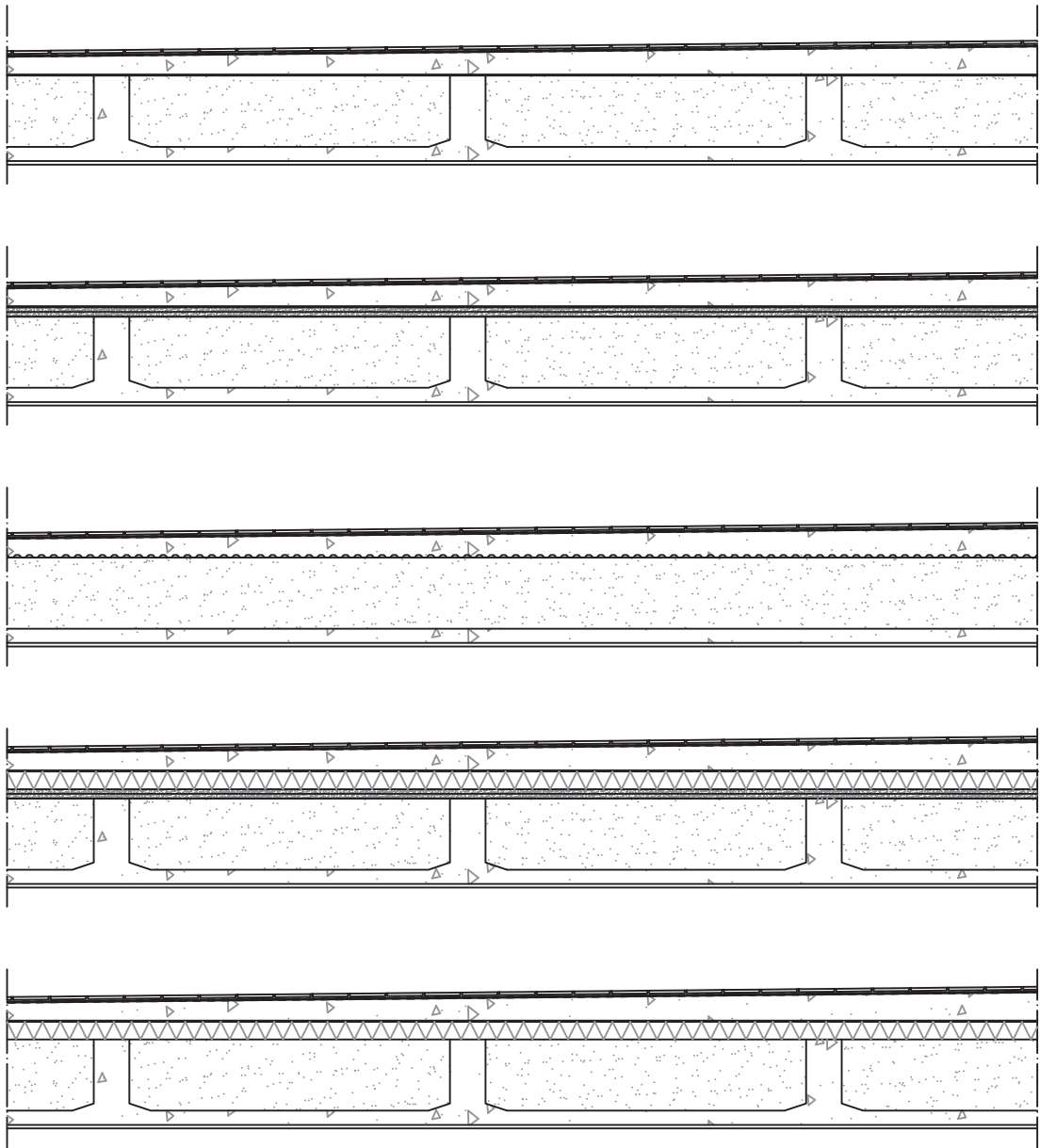
- Pintarakenne kuvat 5.1.1 mukaan
- Suodatinkangas
- Levytys kaksinkertaisella, märkätilaan sopivalla levyllä
- Kantava teräspalkisto, täytteet luvun 5.3 mukaan
- Kantava tai osittain kantava betoninen alalaatta. Kuva: Suvi Takko



Kuva 5.1.6: Muita suunnitteluratkaisuja teräspalkistoihin märkätiloihin 1:20:

- Pintalaatta valettuna teräspoimulevyn varaan. Levytys asennetaan kohti-suoraan kantavaa palkistoa vasten
- Levytyksen päälle kelluvana rakenteena valettu laatta, joka sopii askel-ääneneristävyyden parantamiseen
- Täytteiden varaan kelluvana rakenteena valettu laatta. Kuva: Suvi Takko

Tapaustutkimuskohteista kohteissa 4 ja 5 on rakenteena alalaattapalkisto. Näiden molempien kohteiden märkätiloissa pintalaatta voitiin valaa täytteidn varaan, kuten kuvan 5.1.7 ensimmäisessä rakenneleikkauksessa.



Kuva 5.1.7: Vastaavat leikkaukset alalaattapalkistolle 1:20:

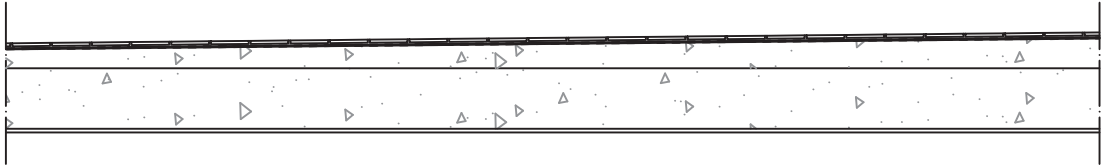
- Pintalaatta valettuna täytteidn varaan
- Pintalaatta valettuna levytyksen varaan
- Pintalaatta valettuna teräspoimulevyn varaan. Levytys asennetaan kohtisuoraan kantavaa palkistoa vasten
- Levytyksen päälle kelluvana rakenteena valettu laatta, joka sopii askelääneneristävyyden parantamiseen
- Täytteidn varaan kelluvana rakenteena valettu laatta. Kuva: Suvi Takko

5.1.3 Massiivilaatta ja palkistot, joissa on kantava ylälaatta

Massiivilaatta ja palkistojen kantavat ylälaatat tarjoavat uudelle pintalaatalle valmiin alusrakenteen. Uusi pintalaatta voidaan valaa suoran vanhan puhdistetun betonipinnan päälle (kuva 5.1.8), jos puretussa rakenteessa ei betonilaattojen välissä ollut eristettä. Tällainen rakenne ei yleensä täytä uusia askelääneneristysvaatimuksia, mutta rakenteen suuren massan ansiosta sen ilmaääneneristävyys on joka tapauksessa varsin hyvä. Rakenne on yksinkertainen ja helposti toteutettava ja sitä käytettiin luvun 4 tapaustutkimuskohteessa 6. (RT83-10902)

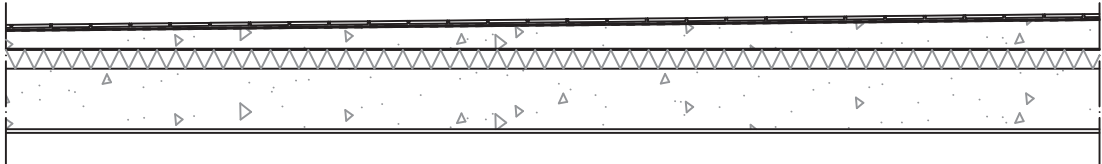
Massiivilaatat ja ylälaatatalliset palkistot, joissa kantavan laatan ja pintalaatan välissä on eriste, uusitaan vanhan rakenteen mukaisiksi. Kellarin katossa eristeen tarkoitus on toimia lämmöneristeenä ja laattojen välinen uusi eriste valitaan ja asennetaan tämän tarkoituksen mukaan. Mineraalivillat ja XPS-eristeet ovat tarkoitukseen sopivia. Asuinhuoneiden välillä eriste kuuluu kelluvan pintalaatan rakenteeseen (kuva 5.1.9). Vanha kelluva rakenne puretaan eristeineen aina kantavaan laattaan saakka. Kelluvan laatan tarkoitus on parantaa rakenteen askeläänieristystä erottamalla pintalaatta muista rakenteista joustavalla kerroksella. Toimiakseen kelluvan pintalaatan täytyy olla erillään kaikista muista rakenteista, myös seinistä, putkistoista ja muista rakenneosista. Kelluvan laatan eristeinä käytetään joko mineraalivillaa tai erikseen tarkoitukseen valmistettua EPS-eristettä. Mineraalivilloilla on hyvä dynaaminen jäykkyys ja ilmaa läpäisevä kuiturakenne, jonka ansiosta kovakin villalevy eristää ääntä tehokkaasti, kun kuiturakenne toimii eräänlaisena äänijousena. Lasivillan ja kivivillan välillä ei tässä ominaisuudessa ole merkittävää eroa. EPS-eristeet ovat suljetun solurakenteensa takia huonoja askeläänieristeitä. Erilliset tarkoitukseen valmistetut EPS-askeläänieristeet on elastisoitu tarvittavan jouston aikaansaamiseksi. Kovat eristelevyt asennetaan kantavan pintalaatan päälle mieluiten pontattuina ja pehmeät villat asennetaan tiiviisti. Putkiläpivientien ja muiden vastaavien tilanteiden kohdalla tiiviyyteen kiinnitetään erityistä huomiota ja läpiviennit tiivistetään pehmeällä eristeellä. Eristeiden ja uuden pintalaatan väliin asennetaan hengittävä suodatinkangas suojaamaan eristeitä sementti-liimalta ja edistämään laatan tasaista kuivumista. Laatta irrotetaan seinistä, pilareista ja muista vastaavista rakenneosista tarkoitusta varten valmistetuilla solumuovisilla irrotuskaistoilla. Pintalaatan valun jälkeen irrotuskaistojen ylimääräiset osat katkaistaan. Kelluva laatta toimii erinomaisesti yhdessä lattialämmityksen kanssa, sillä eristekerros ohjaa lämpöä lattian pintaan. (Petrov 2001)

Ylälaatatalliset välipohjarakenteet ovat asuinkerrostaloissa harvinaisia verrattuna massiivilaattaan tai alalaattapalkistoon. Kaksoislaattapalkisto on tällaisista välipohjarakenteista asuinkerrostaloissa yksi tavallisimmista, mutta sekin on ollut laajemmassa käytössä lähinnä toimistorakennuksissa. Kaksoislaattapalkiston täytteiden purkaminen ja välipohjan sisäiset asennukset on mahdollista suorittaa purkamalla rakenteesta joko ylä- tai alalaatta. Kaksoislaattapalkisto, josta on purettu ylälaatta, korjataan kuten alalaattapalkisto. Uusi ylälaatta voidaan valaa painumattomien täytteiden varaan ja se ankkuroidaan seiniin ja palkkeihin. Alalaatan ollessa kantavuudeltaan riittämätön, se tuetaan valutöiden ajaksi uuden ylälaatan kovettumiseen saakka. Kaksoislaattapalkistolle, josta on purettu alalaatta ja jätetty ylälaatta ehjäksi, käytetään aiemmin tässä luvussa esitettyjä ratkaisuja uuden pintalaatan valamiseksi. (Malinen 2015)



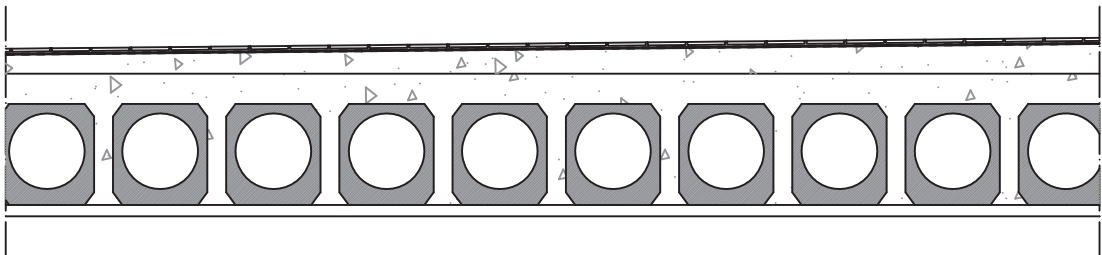
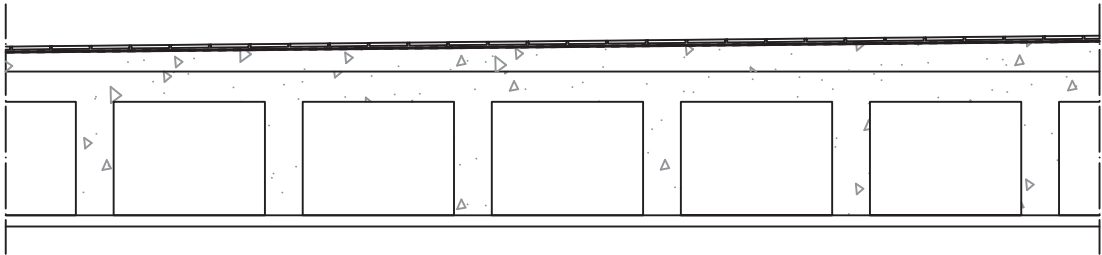
Kuva 5.1.8: Pintalaatta suoraan massiivilaatan päälle 1:20:

- Pintarakenne kuvat 5.1.1 mukaan
- Kantava massiivilaatta. Kuva: Suvi Takko



Kuva 5.1.9: Pintalaatta kelluvana rakenteena 1:20:

- Pintarakenne kuvat 5.1.1 mukaan
- Suodatinkangas
- Mineraalivilla tai elastisoitu ESP
- Kantava massiivilaatta. Kuva: Suvi Takko



Kuva 5.1.10: Pintalaatta suoraan kantavan ylälaatan päälle 1:20:

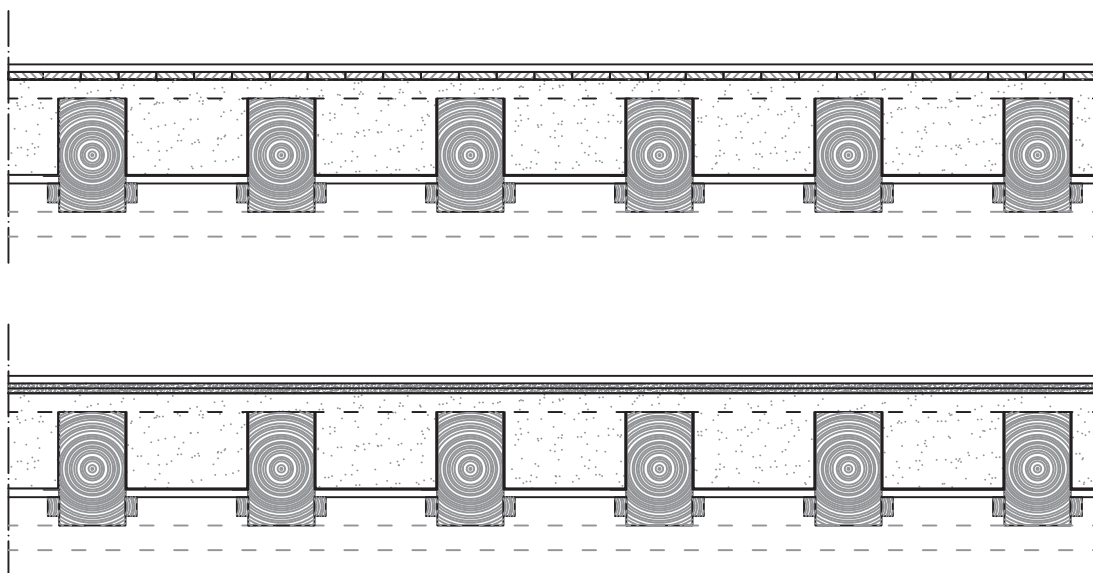
- Kaksoislaattapalkistossa, josta on purettu alalaatta
- Ontelotiilillä kevennetyssä laattapalkistossa. Kuva: Suvi Takko

5.2 Kuivien tilojen lattiarakenteet

Kuivien tilojen rakenteisiin on käytettävissä laajempi valikoima erilaisia suunnitteluratkaisuja verrattaessa märkätilojen rakenteisiin. Myös lattiapäällysteissä valikoima on laajempi. Välipohjan rakenne sovitetaan valittuun lattiapäällysteeseen sopivaksi. Kaikki märkätilojen pintabetonilaatan rakenteet, jotka on esitetty edellisessä luvussa ovat ilman veden-eristystä toimivia rakenteita myös kuiviin tiloihin. Palkkien varaan kannatetut lattiat voidaan kuivissa tiloissa rakentaa yksinkertaisemmin ilman betonilaattaa, jolloin säästytään betonivalun monilta työvaiheilta. Suurin osa lattiapäällysteistä, kuten lankut, parketit, laminaatit ja erilaiset matot voidaan asentaa suoraan joko levytyksen tai koolauksen päälle. Niissä tapauksissa, joissa alkuperäiseen rakenteeseen on kuulunut myös betoninen pintalaatta, täytyy sellainen valaa myös uuteen rakenteeseen tai muutoin huolehtia rakenteen riittävästä äänen- ja paloneristysominaisuuksista. Jos erityistä tarvetta rakenteen muuttamiselle ei ole suositellaan uusien pintarakenteiden suunnittelua vanhojen mukaisiksi.

5.2.1 Puupalkisto

Puulattiat uusitaan puupalkistoisissa välipohjissa koolauksen päälle niin, että koolauksen suunta sovitetaan lattialankkujen suunnan mukaan ja koolauksen korkeus niin, että lattiakorot ovat tarkoituksenmukaiset lattialankkujen suunnasta riippumatta. Korko- ja suuntavaihteluiden takia voidaan halutun lopputuloksen aikaansaamiseksi joutua käyttämään useita erilaisia koolauksia. Muut kuin puulattiat asennetaan tavallisesti levytyksen päälle. Levytykselle ei kuivissa tiloissa kohdistu yhtä tiukkoja vaatimuksia kuin märkätilojen lattiarakenteissa, mutta myös kuivissa tiloissa levytyksen on oltava riittävän jäykkää lattian kestävyys ja käyttömukavuuden takaamiseksi. Kaksinkertainen levytys ja lattialevyiksi valmistettujen tuotteiden käyttö on hyvä tapa varmistaa riittävä jäykkyys. Levytys asennetaan joko suoraan kantavan palkiston tai koolauksen varaan naulaamalla. Lattiapinnoitteiden asentamisessa noudatetaan valmistajan ohjeita asennusohjeiden vaatimusten suhteen.



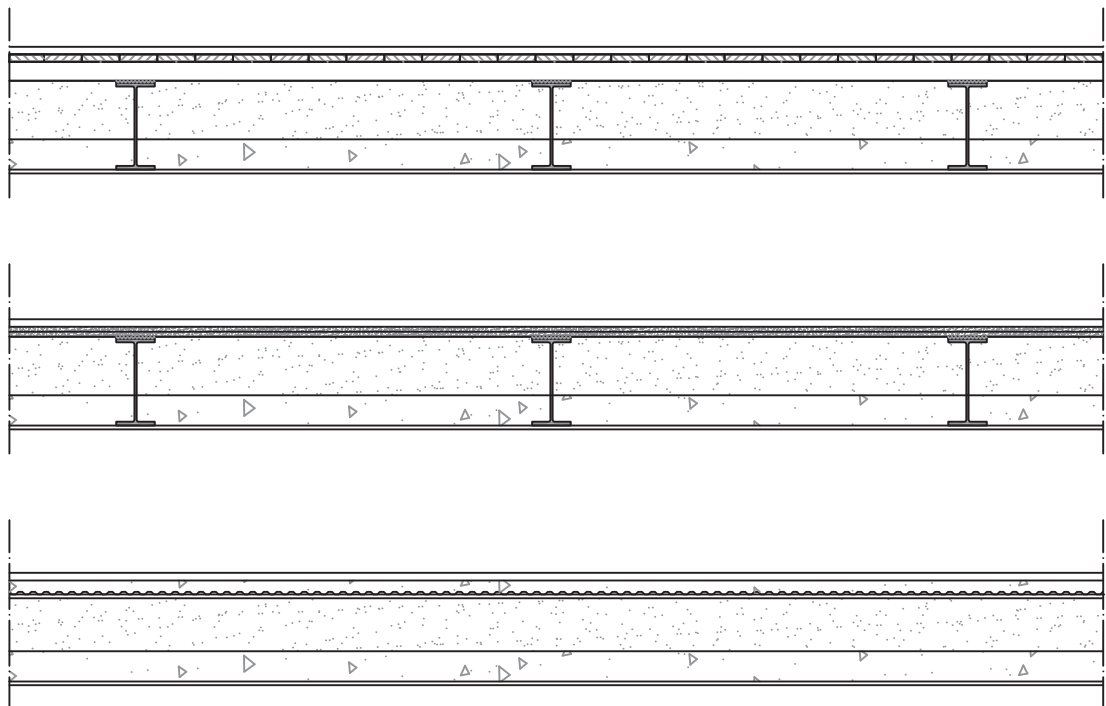
Kuva 5.2.1: Kuivan tilan lattiarakenteita puupalkistoille 1:20:

- Lattiapinnoite laudoituksen päälle
- Lattiapinnoite levytyksen päälle. Kuva: Suvi Takko

5.2.2 Teräspalkisto ja alalaattapalkisto

Teräs- ja alalaattapalkistoisissa välipohjissa lattiarakenne saattaa alkuperäisessä rakenteessa olla asennettu pintabetonilaatan päälle. Näissä tilanteissa myös uusi lattia rakennetaan vastaavasti. Pintalaatan kannattamiseksi voidaan käyttää levytystä samoin kuin märkätilojen osalta. Teräspoimulevy, joka yksisuuntaisen kuivumisensa takia ei ole tavallinen vaihtoehto märkätilaan, voi olla hyvä ratkaisu kuivan tilan pintalaatan valamiseksi. Teräspoimulevyn päälle valettu teräsbetonilaatta voidaan vaihtoehtoisesti toteuttaa myös liittolaattana ja raudoituksen sijaan voidaan käyttää kuitubetonia. Mahdollinen askeläänieriste, mikäli sellainen tarvitaan, voidaan asentaa teräspoimulevyn ja betonilaatan väliin. Tällöin levyn ja eristeen on oltava yhteen sovitettuja ja erite irrotetaan betonilaatasta suodatinkankaalla. Helpompi ja yleensä riittävän tehokas vaihtoehto askeläänieristysten järjestämiseksi on teräspoimulevyn irrotus kantavista palkeista irrotuskaistalla. Lattiapäällyste asennetaan pintalaatan päälle.

Levytyksen päälle lattia toteutetaan teräs- ja alalaattapalkistoissa välipohjissa asentamalla irrotuskaista palkiston päälle ja levytys joko suoraan tähän tai erillisen koolauksen päälle. Levytykseksi suositellaan joko kaksinkertaista lattialevyksi tarkoitettua levyä tai pontattua rakennuslevyä. Jäykkyyden lisäämiseksi voidaan levytyksen alle asentaa myös teräspoimulevy. Lattiapäällyste asennetaan suoraan levytyksen päälle. Puulattiat voidaan toteuttaa myös ilman levytystä, kuten puupalkistojen kohdalla, jos alkuperäinen lattiarakenne on ollut vastaava.

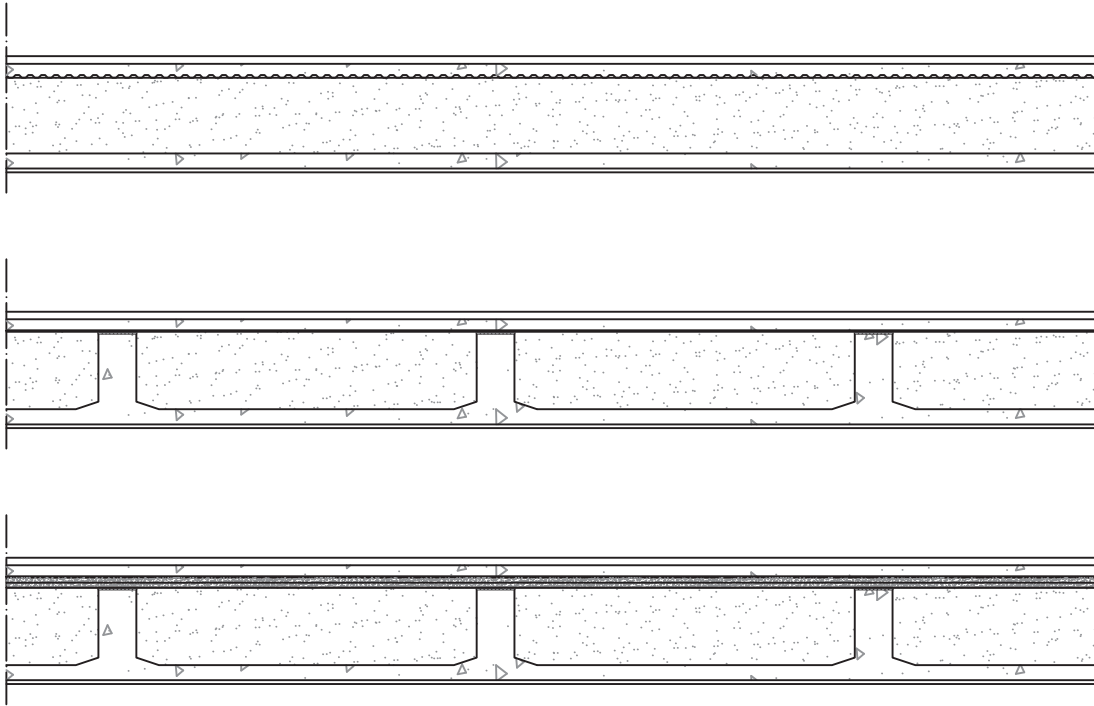


Kuva 5.2.2: Kuivan tilan lattiarakenteita teräspalkistolle 1:20:

- Lattiapinnoite koolauksen ja laudoituksen päälle
 - Lattiapinnoite levytyksen päälle
 - Teräspoimulevyn päälle valettu pintalaatta tai liittolaatta
- Levytys asennetaan kohtisuoraan kantavaa palkistoa vasten

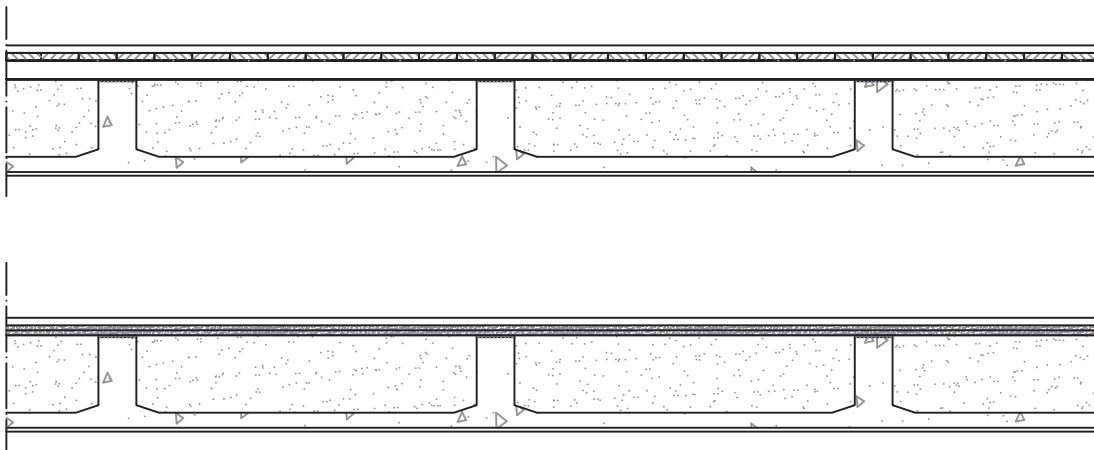
Kuva: Suvi Takko

Tämän työn tapaustutkimuskohteissa kuivien tilojen lattiat on rakennettu vanhaa rakennetta vastaaviksi lähes kaikissa kohteissa. Kohteessa 5, jossa alalaattapalkiston kuivista tiloista poistettiin täytteet ja rakenteen pintalaatta uusittiin, käytettiin uuden laatan valamiseksi teräspoimulevyä kuten kuvan 5.2.3 ensimmäisessä leikkauksessa.



Kuva 5.2.3: Kuivan tilan rakenteita alalaattapalkiston pintalaatalle 1:20:

- Teräspoimulevyn päälle valettu pintalaatta tai liittolaatta
Levytys asennetaan kohtisuoraan kantavaa palkistoa vasten
- Pintalaatta valettu täytteiden varaan (vain jos alalaatta on kantava)
- Pintalaatta valettu levytyksen varaan. Kuva: Suvi Takko



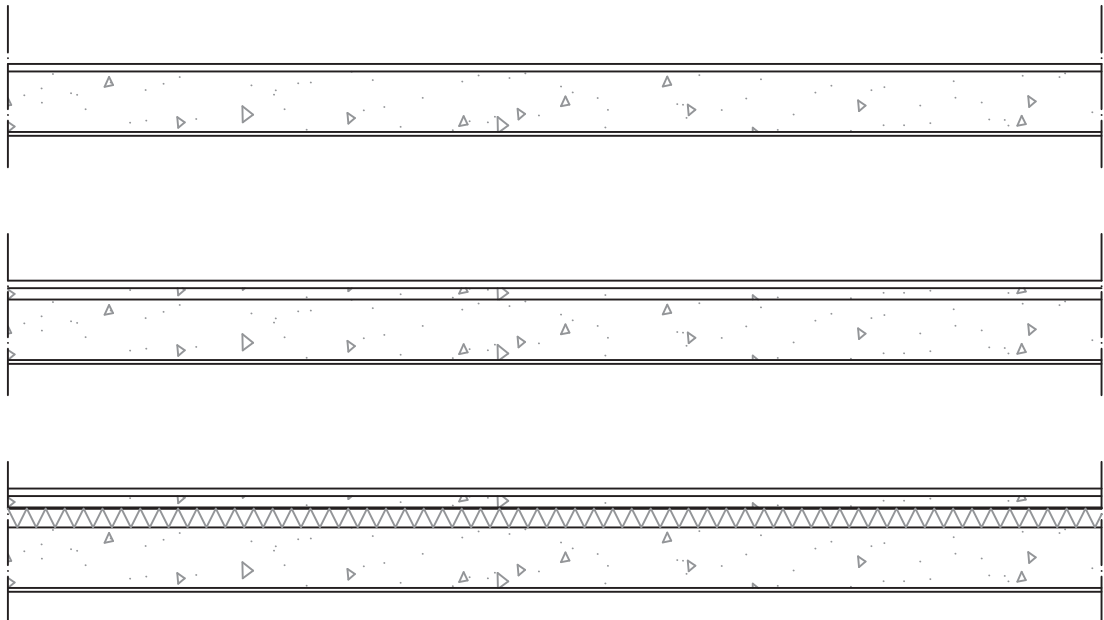
Kuva 5.2.4: Kuivan tilan lattiarakenteita alalaattapalkistolle ilman pintalaattaa 1:20:

- Lattiapinnoite koolauksen ja laudoituksen päälle
- Lattiapinnoite levytyksen päälle. Kuva: Suvi Takko

5.2.3 Massiivilaatta ja palkistot, joissa on kantava ylälaatta

Massiivilaatta toimii kuivissa tiloissa helppona valmiina alustana, samoin kuin märkätiloissa. Kuivissa tiloissa massiivilaatta voi toimia myös suoraan lattiapinnoitteen alustana. Nykymääräykset täyttävän askeläänieristävyyden saavuttaminen vaatii tällöin joko joustavan lattiapäällysteen tai askeläänieristeen käyttöä. Toinen vaihtoehto on pintabetonikerroksen valaminen kantavan laatan päälle kuten märkätiloissa. Jos alkuperäisessä rakenteesta on ollut erillinen pintalaatta, ei sitä saa jättää uudesta rakenteesta pois. Kolmas vaihtoehto on pintalaatan rakentaminen kelluvana laattana kuten märkätiloissa. Jälleen jos kantavan- ja pintalaatan välissä on alkuperäisessä rakenteesta eriste, ei sitä saa jättää uudesta rakenteesta pois.

Palkistorakenteisille välipohjille, joissa on kantava, purkamaton ylälaatta, voidaan käyttää suoraan massiivilaatalle esitettyjä pintarakenteita (kuva 5.2.5). Kaksoislaattapalkistoille, joista on purettu vanha kantava ylälaatta, käytetään uuden ylälaatan valamiseksi alalaattapalkiston kohdalla esitettyjä vaihtoehtoja (kuva 5.2.3). Pintarakenteet tehdään uuden kantavan ylälaatan päälle kuten kuvassa 5.2.5.



Kuva 5.2.5: Kuivan tilan lattiarakenteita massiivilaatalle 1:20:

- Lattiapinnoite suoraan massiivilaatan päälle
- Pintalaatta suoraan massiivilaatan päälle
- Kelluva tai eristetty pintalaatta. Kuva: Suvi Takko

5.4 Märkätilojen välipohjatäytteet

Välipohjien täytteiden vaihtoon on kolme ratkaisuvaihtoehtoa: täytteet joko vaihdetaan kokonaan, osittain tai niitä ei vaihdeta ollenkaan. Näistä viimeinen ei linjasaneerausten yhteydessä korjattavien märkätilojen kohdalla useinkaan ole käyttökelpoinen. Vanhat orgaaniset täytteet on tapaustutkimusten perusteella poistettu systemaattisesti, sillä ne ovat riski rakennuksen terveellisyydelle (mm. Reijula 2012). Vanhat kiviaineiset täytöt on sen sijaan pyritty mahdollisuuksien mukaan säilyttämään lähes kaikissa tapaustutkimuskohteissa. Vanhat kiviaineiset täytöt on mahdollista jättää paikoilleen, jos ne ovat kuivia ja painumattomia. Etuna on, että ne ovat valmiiksi tiivistyneitä. Vanhojen täyttöjen, kuten hiekan, laastinporon ja tiilimurskan heikkoudet verrattuna uudempiin materiaalivaihtoehtoihin ovat suurempi tilavuuspaino ja huonommat kosteusominaisuudet. Jos rakenteelle ei muutosten myötä aiheudu lisää kuormituksia tai rakenteen ominaisuudet eivät heikkene, alkuperäisiä täyttöjä ja niiden ominaisuuksia voidaan pitää riittävinä. Tapaustutkimuksissa vanhojen kiviaineisten täyttöjen säilyttäminen ei aina ollut mahdollista, vaan myös kiviaineisia täytöjä jouduttiin uusimaan haitallisten aineiden, mikrobivaurioiden, palkkien korjaamisen tai muiden syiden takia.

Uusien märkätilojen välipohjatäytteiden valinnassa vaihtoehtoja on tarjolla varsin rajallinen määrä. Painumattomuus on kriittisin välipohjatäytteille asetettava vaatimus niissä tilanteissa, kun märkätilan uusi pintalaatta valetaan täytteiden varaan. Vaarana on, että täytteen painuessa liikkuva laatta repii vedeneristyksen rikki seinän ja laatan liitoskohdassa. Toinen vaatimus on täytteiden paino. Uusi täyttö ei saa olla alkuperäistä täyttöä painavampaa ja aiheuttaa siten lisäkuormitusta alalaatalle tai rossilankuille. Tämä ei useinkaan ole ongelma, sillä vanhat kiviaineiset täytöt kuten hiekka, ovat huomattavasti uusia materiaaleja painavampia. Hienon hiekan tilavuuspaino on reakoosta riippuen 1300-1800 kg/m³. Vaihdettaessa kevyempään välipohjatäytteeseen alalaatan kuormitus vastaavasti vähenee ja rakenteellisen varmuuden voidaan katsoa parantuneen. Kolmas vaatimus on märkätilojen välipohjatäytteille sopivat kosteusominaisuudet. Uusi täytemateriaali ei saa olla altis eikä toiminnallaan altistaa muita rakenteen osia kosteusvaurioille. Nämä vaatimuksen huomioon ottaen välipohjatäytteiden vaihdolle märkätiloissa on markkinoilla tarjolla tällä hetkellä kolme sopivaa materiaalia: kevytsora tai kevytsoramurske, kevytbetonimurske ja vaahtolasi. (Neuvonen 2002)

Kevytsora, parhaiten tunnetulta kaupalliselta nimeltään Leca-sora on luonnonsavesta polttamalla valmistettua keraamista soraa. Sen lempinimi Leca-papu kuvastaa hyvin pinnaltaan sintraantuneiden rakeiden pyöreää muotoa. Kevytsora on palamatonta, huokoista ja vastaa kantavuusominaisuuksiltaan hienoa hiekkaa ja kosteusominaisuuksiltaan kiviaineita. Tiivistetylle kevytsorakerrokselle sallitaan 0,2 MN/m² laattamainen kuormitus. Kuivan kevytsoran irtotiheys on keskimäärin noin 280 kg/m³ ja kevytsoramurskeen hieman vähemmän, 185-250 kg/m³, siis murto osa esimerkiksi hiekan tilavuuspainosta. Kevytsora on kosteusominaisuuksiltaan lievästi hygroskooppinen ja kapilaarinen. Kevytsoran ongelmat liittyvät sen huonoon tiivistettävyyteen, joka johtuu pyöreän raemuodon aiheuttamasta kitkan puutteesta. Näiden ongelmien ratkaisu on kevytsoramurske, jossa pyöreä muoto on rikottu ja kulmikkaat, pienemmät rakeet tiivistyvät tehokkaammin ja painuvat näin vähemmän. Toinen ongelma on kevytsoran reagointi metallien kanssa. Kevytsora aiheuttaa pistekorroosiota kosketuksessa metallin kanssa. Käytettäessä kevytsoraa välipohjatäytteenä teräspalkistoissa kantavat palkit täytyy suojata täytteeltä. Välipohjatäytteen seassa kulkevat metalliset vesi- ja viemäriputket pinnoitetaan korroosiota vastaan. (Weber 2017)

Kevytsoraa käytettäessä voidaan tiivistyksen lisäksi asentaa kevytsoran päälle kerros kovaa eristettä, jonka varaan uusi pintabetonilaatta valetaan. Kova eristelevy toimii valumuottina paremmin kuin kevytsora, joka alhaisen kitkansa takia helposti liikkuu eikä muodosta tukeva pintaa. Tämän työn tapaustutkimuskohteessa 5 on käytetty tällaisena eristeenä XPS-levyä, joka on suulakepuristettu solupolystyreenieriste. XPS on vesihöyrytiivis ja vettä imemätön eriste, jonka ominaisuudet eivät muutu kosteuden vaihteluiden takia. Solumuovipohjaisilla eristeillä esiintyy kuitenkin jälkikutistumaa, jonka takia eristeiden liikkeet voivat aiheuttaa pakkovoimia rakenteisiin ja vaarantaa vedeneristeen kestävyyslaatan ja seinän liitoksessa. Tapaustutkimuskohteessa 5 XPS-eriste on irrotettu betonilaatasta suodatinkankaalla. Solumuovieristeitä on käsitelty laajemmin luvussa 5.4. (Lahdensivu 2012, Kattoliitto 2013, Vinha 2005)

Höyrykarkaistu kevytbetoni eli Siporex on 1930-luvulla kehitetty uudella menetelmällä valmistettu betoni. Se sopii ominaisuuksiltaan moniin tilanteisiin, niin kantavaksi rakenteeksi kuin eristeeksi. Siporex on palamatonta, kiinteää, vaalea ja huokoinen betoni, josta valmistetaan siporex-mursketta murskaamalla. Siporexin kennorakenne mahdollistaa huokoisen, mutta kosteusominaisuuksiltaan hyvän materiaalin. Siporex-murskeessa kennorakenne on osittain rikkoontunut. Koska ilma ja kosteus liikkuvat helposti huokoisessa murskeessa, sen kosteusominaisuudet eivät ole aivan yhtä hyvät kuin murskaamattomalla siporexillä. Siporex ei sisällä kuparille tai teräksille vahingollisia aineita, mutta huokoisuuden takia valmistajat suosittavat metalliputkien suojaamista. Siporex-murska on kevytbetonimurskaa kevyempää ja kantavuudeltaan parempaa. Sen kuivairtotiheys on vain 70-100 kg/m³ ja sallittu laattamainen kuormitus tiivistetylle kerrokselle on 5 MN/m². Siporex-murske on kulmikasta, raekooltaan suurempaa ja pinnaltaan huokoisempaa, joten sen kitkakulma on kevytsoraa suurempi ja tiivistysominaisuudet paremmat. Sinänsä tarkoitukseen sopivista ominaisuuksistaan huolimatta Siporex-murske on ollut märkätilojen välipohjissa vähemmän käytetty Leca-soraan verrattuna. (H+H Finland 2017)

Vaahtolasi on näistä kolmesta ratkaisusta uusin. Sen tuotanto on Suomessa alkanut vasta vuonna 2011 nimellä Foamit ja Talokeskuksen Linjasaneerausyksikössä on käytetty sitä suunnitelmissa ensisijaisena välipohjatäytteenä märkätiloissa joitain vuosia. Vaahtolasi valmistetaan puhdistetusta kierrätyslasista ja se on harmaata, kiinteää, palamatonta ja karkean tuntuista. Se ei sisällä korroosiota aiheuttavia ainesosia tai orgaanisia aineita. Vaahtolasilla on hyvät kosteusominaisuudet ja se toimii tehokkaasti kapilaarikatkona pienilläkin kerrospaksuuksilla. Kierrätysmateriaalina sillä on kokonaisuutena vähiten haitallisia ympäristövaikutuksia (Ritola 2008). Vaahtolasin kitkakulma on suuri ja sillä on hyvä asettuvuus, joten se on tiivistyksen jälkeen tukeva ja painumaton alusrakenne pintabetonilaatalle. Välipohjatäytteenä sopivalla Foamit-murskeella kuivairtotiheys on 190 kg/m³ ja raekoko 10-20 mm. (Ritola 2008, Pekkala 2014, Foamit 2017)

Tapaustutkimuskohteista on käytetty vaahtolasia kohteissa 1, 2 ja 4, eli kaikissa kohteissa, joihin Talokeskus on tehnyt suunnittelua ja täytettä on vaihdettu. Kohteessa 5 käytettiin Leca-soraa. Edellä esitettyjen ominaisuuksien valossa vaahtolasin käyttö Talokeskuksen suunnitelmissa on perusteltua ja tilanteeseen sopivaa. Kevytsoramurskeeseen verrattuna vaahtolasilla on paremmat tiivistysominaisuudet, se on kevyempää, kestävämpää, kosteusominaisuuksiltaan sopivampaa, ekologisempaa eikä vaadi metalliputkien korroosiosuojausta.

5.5 Kuivien tilojen välipohjatäytteet

Linjasaneerauksen yhteydessä huonejaon muutokset, koneellisen ilmanvaihdon asentaminen, vanhojen täytteiden mikrobivauriot tai haitallisten aineiden poistaminen aiheuttavat tarvetta vaihtaa kokonaan tai osittain myös kuivien tilojen täytteitä. Välipohjatäytteiden tehtävät kuivissa tiloissa ovat samat kuin märkätiloissa. Ensisijaisesti täytteet parantavat välipohjan äänen- ja lämmöneristystä. Lisäksi joissain tilanteissa täytteet kantavat pintabetonilaatalta tulevat kuormitukset alalaatalle. Korjausrakentamista koskevien määräysten henki on, että rakenteiden ominaisuuksia ei saa heikentää. Välipohjatäytteiden vaihdossa tämän voi ottaa huomioon vaihtamalla täytteet niin, että rakenne on alkuperäisen mukainen uusista materiaaleista huolimatta. Palkistorakenteiden välipohjien täytteet kantavan palkin materiaalista riippumatta perustuvat tyypillisesti ääntä eristävään kivipohjaiseen painotäytteeseen ja lämpöä eristävään, huokoiseen orgaaniseen täytteeseen. Tallaiset täytöt voidaan uusina alkuperäisessä hengessä käyttämällä uutena täyttönä esimerkiksi hiekkaa ja villaa. Kuten märkätilojen osalta, hyväkuntoiset kiviaineiset ovat käyttökelpoisia, eikä niitä tarvitse poistaa vaan uudet täytteet voidaan asentaa niiden päälle. Myös välipohjatäyttöjen painon kannalta pätevät samat asiat kuin märkätiloissa. Uudet täytteet ovat tavallisesti vanhoja kevyempiä, jolloin rakenteen varmuuden voidaan katsoa parantuvan. Puupalkistojen osalta on syytä huomioida, että kevennetty välipohjarakenne vaikuttaa palkkien taipumaan ja mahdollisesti rikkoo siksi kattopintoja. Historiallisesti arvokkaiden rakennusten osalta puupalkistojen välipohjien täyttöjen täytyy siksi olla riittävän painavia, jotteivät arvokkaat tikkurappaukset, kattolistat, kipsikoristeet tai kattopaneelit vahingoitu palkkien muodonmuutoksista. Ääntä eristäväksi täytteeksi sopivia materiaaleja ovat hiekka sekä kiviaineiset murskeet ja sorat. Näistä vaihtoehtoista hiekka on tehokkain, sillä se on painavin. Lämmöneristeeksi ja puupalkistoissa ilmatilan täytteeksi sopivat erilaiset villat. (Neuvonen 2002)

Mineraalivilla on yleisnimitys kuitumaisille, epäorgaanisille ja villan kaltaisille lämmöneristeille. Näistä käytetyimpiä ovat kivivilla ja lasivilla, joita molempia on saatavilla eri valmistajien tuottamina niin pehmeinä eristelevyinä kuin puhallettavana tuotteenakin. Mineraalivillat eivät ime vettä kapilaarisesti, eivät sido vettä hygroskooppisesti ja niiden diffuusinen vesihöyrynläpäisevyys on suuri. Kosteus ei vaikuta mineraalivillan ominaisuuksiin, sillä villa ei ime vettä itseensä. Paloluokituksestaan mineraalivillat ovat palamattomia aineita. Kosteus- ja palo-ominaisuuksiensa takia mineraalivilla on suosittu eristemateriaali monissa tilanteissa ja se sopii hyvin myös välipohjien täyttöihin. Suuren vesihöyrynläpäisevyyden takia kosteus tiivistyy helposti villan sisällä kulkeviin metalliputkiin, joten mineraalivillallaeristetyssä välipohjassakulkevat putket on suojattava korroosiolta. Mineraalivillat toimivat hyvin betoni- ja teräsrakenteissa välipohjissa, mutta joidenkin tutkimusten (Paajanen 1994) mukaan kivivilla saattaa edistää lahottajasienten aktiivisuutta puurakenteiden lahovaurioiden yhteydessä. Kivivilla itsessään ei lahoa, mutta siitä helposti liukeneva kalsium on ainakin lattiasienien ravintoa. (Paajanen 1994, Vinha 2005, Lähdesmäki 2013)

Luonnonkuitupohjaiset villamaiset eristemateriaalit puukuitueriste ja pellavaeriste ovat eristevaihtoehtoista parhaiten ilmaa läpäiseviä ja sopivat näin hengittäviin rakenteisiin. Luonnonkuitueristeet ovat hygroskooppisia, eli imevät itseensä vettä. Puukuitueriste imee itseensä enemmän vettä kuin pellavaeriste. Kosteus vaikuttaa sekä puukuitueristeeseen että pellavaeristeeseen lämmöneristävyyteen heikentävästi, ja kosteuspitoisuuden vaihtelu voi aiheuttaa eristeissä painumista ja rakoutumista. Luonnonkuitueristeet ovat orgaanisia eli ne itsessään lahoavat ja homehtuvat kosteissa oloissa ilman asianmukaista käsittelyä.

Puukuitueristeen käsittelyyn käytetään booriyhdisteitä, jotka suojaavat eristettä palolta ja laho- sekä homesieniltä. Tutkimusten (Ritschkoff 2000) mukaan booriyhdiste suojaaa myös eristeeseen kosketuksissa olevia puupintoja lahovaurioilta. Mineraalivillaa heikompien kosteusominaisuuksiensa takia luonnonkuitupohjaisten villojen käyttö rajoittuu lähinnä kohteisiin, joissa syystä tai toisesta mineraalivilloja ei voida tai haluta käyttää. Tällaisia tilanteita asuinkerrostalojen välipohjissa harvemmin on, mutta historiallisissa pientaloissa tai hirsirakennuksissa ne ovat tavallisempia. (Lähdesmäki 2013, Ritschkoff 2000)

Solumuovipohjaiset lämmöneristeet on valmistettu polystyreenistä paisuttamalla (EPS) tai suulakepuristamalla (XPS). EPS-eriste on umpisoluihin, vesihöyryä läpäisevä eriste, joka on kosteusteknisesti kestävä, mutta jonka lämmöneristävyys heikkenee materiaalin kostuessa. XPS-eristeen solurakenne on kokonaan suljettu, eikä sisällä huokosia, joihin kosteus voisi kerääntyä. XPS-eriste ei ime itseensä lainkaan vettä. Se toimii höyrysulkuna ja kapilaarikatkona. Kovina eristeinä EPS ja XPS eristeiden ilmaäänän absorptiokyky on huono villamaisiin eristeisiin verrattuna ja kovat eristelevyt voivat jopa vahvistaa ääniä. Solumuovipohjaisten eristeiden puristuslujuudet ovat suuria. EPS- ja XPS eristeiden ongelma on niiden jälkikutistuminen, joka aiheuttaa rakenteisiin sisäisiä pakkovoimia ja mahdollisesti rikkoo eristelevyihin liittyviä rakenteita tai liitoksia. Kovina eristeinä ne aiheuttavat pakkovoimia myös kantavien rakenteiden liikkeessa. EPS ja XPS ovat palavia aineita ja XPS-eristeen korkein sallittu käyttölämpötila on 75 astetta, jota kuumemmissa olosuhteissa se menettää lujuutensa ja muotonsa. (Lähdesmäki 2013, Kattoliitto 2013, Lahdensivu 2012)

Kiviaineiset välipohjatäytteet kevytsora, kevytbetonimurske ja vaahtolasi ovat toimivia vaihtoehtoja märkätilojen lisäksi myös kuivien tilojen välipohjiin. Lämmöneristysominaisuuksiltaan kiviaineiset täytteet eivät yllä lämpöeristeiden tasolle, mutta niiden hyvät kosteus- ja kantavuusominaisuudet ovat myös kuiviin tiloihin sopivia. Kiviaineisten täyttöjen tilavuuspaino on huomattavasti villamaisia täyttömateriaaleja suurempi, joten alkuperäisen täytön painosta riippuen, kiviaineisten täyttöjen käyttö ei aina ole mahdollista rakenteen turvallisuutta heikentämättä. Kiviaineisten täyttöjen ominaisuuksia on käsitelty tarkemmin luvussa 5.3.

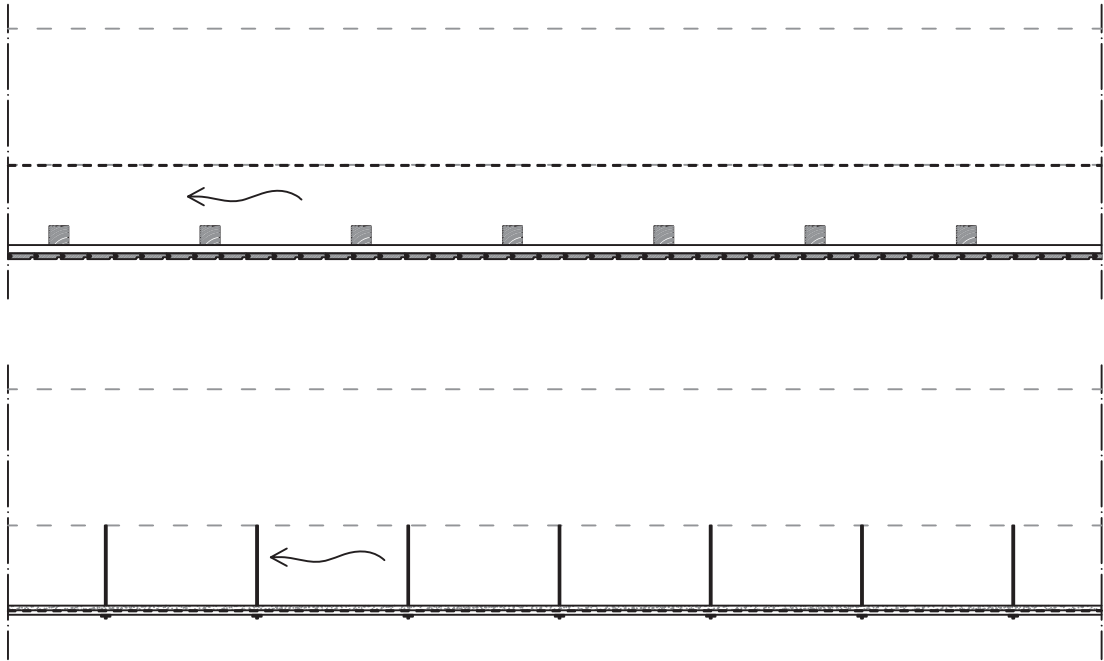
Tämän työn tapaustutkimuskohteissa kuivien tilojen välipohjatäyttöinä on käytetty mineraalivillaa ja vaahtolasia. Mineraalivillaa käytettiin tapauksessa 5, jossa kuivien tilojen täytöt uusittiin kokonaan koko rakennuksessa. Vaahtolasia on käytetty tapauksissa 1 ja 2, joissa molemmissa 1. kerroksen lattiasta vaihdettiin kaikki täytteet alalaatassa käytettyjen haitta-aineiden poistamiseksi. Uudeksi täytöksi valittiin vaahtolasi, sillä molemmissa alapuolinen tila on puolilämmin kellaritila ja vaahtolasin kosteusominaisuudet ovat tällaiseen tilanteeseen mineraalivillaa sopivampia. Asuntojen välisten välipohjien täyttönä mineraalivillat ovat tarkoitukseen sopivia.

5.6 Kantavan rakenteen alapuoliset osat

Kantavan rakenteen alapuolisia osina on tässä luvussa käsitelty erilaisia sisäkattopintoja, levytyksiä ja alakattorakenteita. Alakattojen rakentaminen liittyy kiinteästi perinteisellä menetelmällä linjasaneerattuihin märkätiloihin, käytävätiloihin ja muihin tiloihin, joissa on runsaasti viemäriasennuksia. Perinteisessä linjasaneerauksessa viemäreiden uusiminen kokonaan vanhan välipohjarakenteen sisään ei useinkaan ole mahdollista. Tämä on tilanne erityisesti massiivilaattojen kohdalla sekä palkistorakenteisissa välipohjissa, joissa kantavia palkkeja ei voida lävistää putkiläpivienneillä. Tällöin viemärit, joita kuljetetaan vaakasuunnassa kohtisuoraan kantavaa palkistoa vasten, asennetaan palkiston alapuolelle, alakaton välitilaan. Erilaisia alakattojärjestelmiä on markkinoilla runsaasti, mutta pääpiirteittäin alakatot ovat joko levyrakenteisia tai paneloituja ja teräsrankaisia tai puukoolauksen varaan rakennettuja. Alakatto voi olla joko itsensä kantava ja ympäröiviin seiniin asennettu tai se voidaan ripustaa kantavan rakenteen alapinnasta. Tavallisimpia alakattomateriaaleja ovat kipsilevy ja puupaneelit, jotka on esitetty kuvassa 5.6.1. Näistä kahdesta ratkaisuvaihtoehdosta kipsilevy on huomattavasti tiiviimpi paitsi materiaaliominaisuuksiensa, myös asennustapansa takia. (RT83-10902, Teivainen 2011)

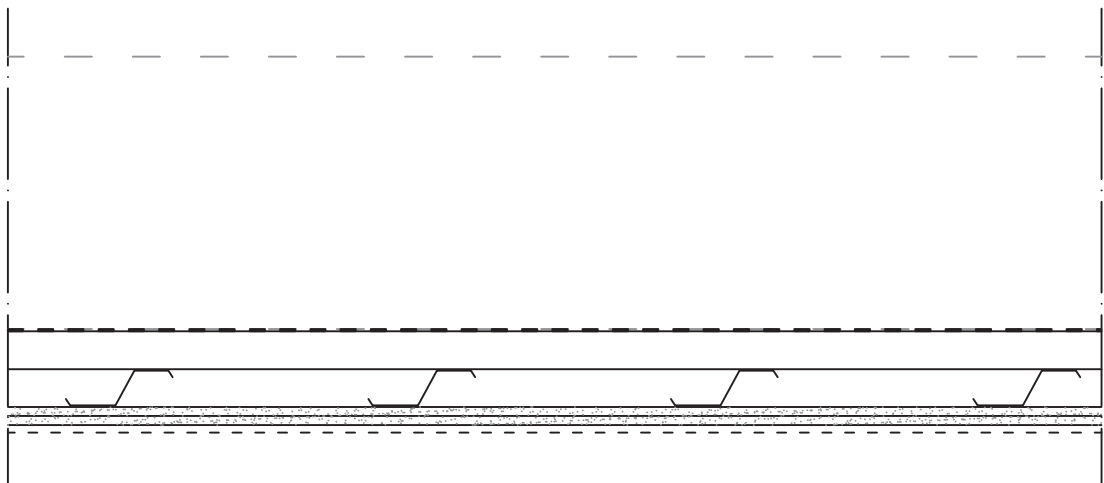
Välipohjan suojaamiseksi alhaalta tulevaa kosteusrasitusta vastaan käytetään rakenteen alapinnassa höyrynsulkua. Välipohjarakenteet, joissa on betoninen alapinta, kestävät alapuolista kosteusrasitusta yleensä hyvin ja niiden höyrynsulukuksi riittää betonipinnan maalaus tarkoitukseen sopivalla maalilla. Puupalkistojen osalta höyrynsulun järjestäminen on ensinäkkin kriittisempää rakenteen suuremman kosteusvaurioriskin takia ja lisäksi myös työläämpää valmiin betonisen alapinnan puuttuessa. Puupalkiston höyrynsulku asennetaan joko kantavan palkiston alapintaan tai alakaton koolausten alapuolelle. Höyrynsulun voi toteuttaa varsinaisen höyrynsulkumuovin lisäksi myös erilaisilla tarkoitukseen sopivilla rakennuslevyillä. Riippuen höyrynsulun paikasta alakatollisessa rakenteessa välitila tuuletetaan joko märkätilaan alakaton reunoilta, jos höyrynsulku asennetaan kantavan rakenteen alapintaan tai viereiseen huonetilaan, jos höyrynsulku asennetaan alakaton rakenteeseen. Näistä ratkaisuvaihtoehdoista paneelikatto on verrattain helppo tuulettaa samaan tilaan, joten sen kanssa höyrynsulku kannattaa asentaa vasta kattopintaan. Valmiiksi tiiviiden alakattolevytysten käyttäminen höyrynsulkuna on sopiva ratkaisu etenkin tilanteisiin, jossa välitilan tuuletus viereiseen tilaan on helposti järjestettävissä. Betonisen kattopinnan maalaaminen on muihin vaihtoehtoihin verrattuna helpoin ratkaisu kaikille rakenteille, joissa se on mahdollista. (RT83-10902, Teivainen 2011)

Kuivissa tiloissa kantavan rakenteen alapuoliset osat määräytyvät tavallisesti arkkitehdin valitseman kattopinnan mukaan. Betonipinnoille maalaus on jälleen hyvä vaihtoehto. Puupalkistoissa välipohjissa saattaa olla historiallisesti arvokkaita alkuperäisiä rappauksia ja laastivaluja, koristeita ja listoja, joiden säilyttäminen on aina ensisijainen vaihtoehto, vaikka rakennus ei olisikaan määräyksen suojeltu. Jos puupalkistoisten välipohjien kattopintoja kuitenkin joudutaan purkamaan, ne korjataan noudattaen mahdollisimman pitkälti puretun rakenteen materiaaleja ja ratkaisuja. (RT83-10902, Neuvonen 2002)



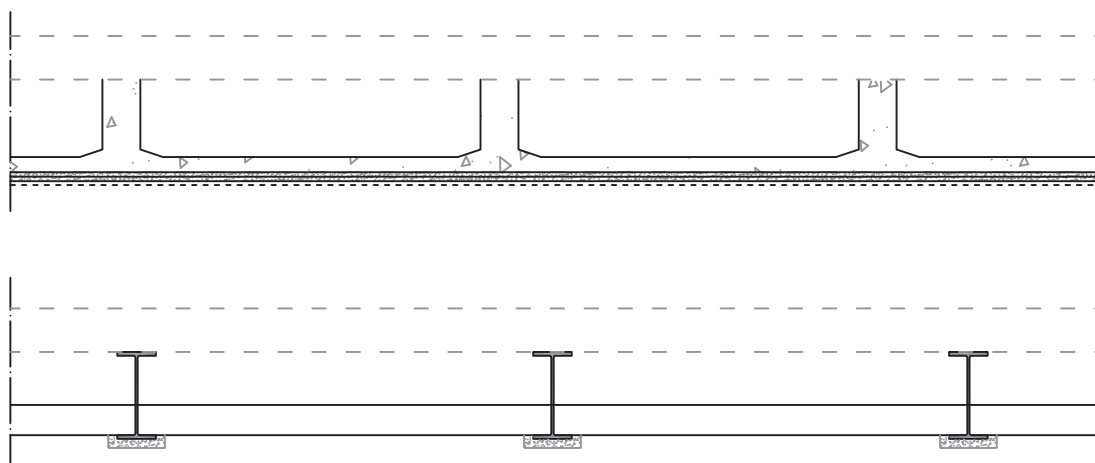
Kuva 5.6.1: Alakattoja 1:20: koolauksen varaan rakennettu itsensä kantava paneeliverhoiltu alakatto, jonka kanssa höyrynsulku on kantavan rakenteen alapinnassa sekä teräsraangoilla kantavasta rakenteesta ripustettu levytetty alakatto, jossa on höyrynsulku. Kuva: Suvi Takko

Vanhasta poikkeavia kantavien rakenteiden alapuolisia osia toteutetaan myös, jos rakenteen palonkestävyyttä tai ääneneristävyyttä on tarvetta parantaa. Ääneneristävyyden pitäminen vaaditulla tasolla ja sen parantaminen esimerkiksi märkätilojen laajennuksien yhteydessä ei tavallisesti ole ongelma käytettäessä näissä luvuissa esitettyjä rakenneratkaisuja. Tilanteessa, jossa välipohjarakenteita ei avata, mutta niiden ääneneristävyyttä halutaan parantaa, voidaan käyttää kattopintaan asennettavia jousirankalevytyksiä (kuva 5.6.2).



Kuva 5.6.2: Ääneneristävyyttä parantava jousirankalevytys 1:10. Kuva: Suvi Takko

Tapaustutkimuskohteessa 5 palonsuojausta on tehty suojaamalla alalaattapalkiston palkkien alareunan teräksiä puutteellisen suojabetonikerroksen lisäksi levyttämällä. Kohteessa 1 kellarin katon suojaamattomat teräspalkkien osat suojattiin ruiskuttamalla. Molemmat suojaukset on esitetty kuvassa 5.6.3.



Kuva 5.6.3: Vaihtoehtoja palonkestävyyden parantamiseen 1:20: alalaattapalkistoisen välipohjan alapuolinen levytys ja teräspalkiston näkyvissä olevien alalaippojen ruiskutus.
Kuva: Suvi Takko

Tapaustutkimuksista käy ilmi, että kantavan välipohjarakenteen korjaaminen ja vahvistaminen ovat suhteessa eniten suunnittelua vaativia tilanteita erityisesti palkistorakenteisissa välipohjissa. Korjaustarpeita syntyy useista eri syistä, joita ovat esimerkiksi tämän työn tapaustutkimuksissa esiin tulleet puupalkkien vauriot ja virheet teräsbetonipalkkien valuissa. Linjasaneerauksen yhteydessä uusittavien viemäriputkien vaakasuuntaiset vedot aiheuttavat vahvistustarpeita, jos putkia ei ole mahdollista asentaa kokonaan kantavan rakenteen alatai yläpuolelle tai palkkien väliin. Tavoitteen tulee aina olla, että putkia ei kuljeteta läpi kantavista rakenneosista, mutta aina se ei ole mahdollista. Toinen vahvistamista vaativa tilanne on väliseinien siirtäminen ja muut huonejakoon tehtävät muutokset, jolloin välipohjarakenteelle tulevien kuormien paikka muuttuu. Kolmas tilanne on tilojen käyttötarkoituksen muutos niin, että rakenteelle asetetut vaatimukset ja kuormitukset kasvavat. Ominaistakaikille vahvistus- ja korjaustilanteille on, että ne on aina suunniteltava tapauskohtaisesti. Niiden kohdalla valmiiden tyyppikuvien tai periaatepiirosten tekeminen ei juurikaan

nopeuta suunnittelutyötä, sillä jokaisesta tilanteesta on tehtävä oma suunnitelmansa. Eri palkistoille voidaan määrittää periaatteita korjaamiseen niiden kantavan rakenteen materiaalin perusteella.

Puupalkistoissa korjattavia vaurioita ovat halkeamat ja lahovauriot. Puurakenteiden halkeamia korjataan palkkien kylkiin liimatuilla tai naulatuilla vahvistuksilla. Halkeamia ei tule täyttää, sillä täyttö vain kasvattaa halkeamia ja heikentää näin kantavuutta sen parantamisen sijaan. Lahovaurion vuoksi tai muusta syystä poistettuja osia korvatta liitosten tulee siirtää rakenneosaan vaikuttavia voimia. Puristusrasitetuille liitoksille riittää tavallisesti puristus pintojen sovittaminen yhteen. Vetorasitetut liitokset tehdään esimerkiksi osien kylkiin naulatuilla jatkoskappalailla ja taivutusrasitetut liitokset U-terästuilla tai lisäpalkeilla tukemalla. (Kortesmaa 1988, Neuvonen 2006)

Betonin vaurioita korjattaessa onnistumisen kannalta merkityksellistä on vaurion syyn selvittäminen sekä uuden ja vanhan betonin huolellinen liittyminen toisiinsa. Betonin vaurioiden korjaamiseen sopii betoni. Vanhan ja uuden valun väliseen tartuntapintaan on kiinnitettävä erityistä huomiota, sillä siitä riippuu korjaamisen onnistuminen. Riittävän karhea, puhdas tartuntapinta, riittävän tiivis korjausbetoni sekä raudoituksen oikeat olosuhteet ovat onnistuneen tartunnan perusedellytykset. Välipohjalaattojen kantavuuden parantamiseen sopiva ratkaisu on laatan paksuuden kasvattaminen valamalla vanhan laatan päälle lisäkerros. Oman painon lisääntymisestä huolimatta laatan korkeuden kasvattaminen on tehokas tapa parantaa kapasiteettiä. Korkeuden kasvattamisen vaihtoehtona on palkkien valaminen laatan alle ja niiden yhteistoiminnan varmistaminen laatan läpi kulkevilla haoilla. Tämä on sopiva vaihtoehto sellaisille välipohjarakenteille, joissa on onteloita, joihin lisäpalkit voidaan valaa. Olemassa olevia palkkeja voidaan vahvistaa poikkileikkausta kasvattamalla tai teräslevyjä käyttämällä. (Berghäll 1988, Neuvonen 2002)

Teräspalkeille korjausmenetelmiä on kolme: palkkien korvaaminen, uusien palkkien asentaminen vanhojen väliin tai palkkien vahvistaminen teräsosilla. Vanhojen teräsrakenteiden hitsaaminen ei aina ole mahdollista vanhan teräsosan ominaisuuksia heikentämättä, joten liitämistä tulisi aina olla sama kuin alkuperäisessä rakenteessa. Niittaus voidaan korvata pulteilla ja hitsauksen mahdollisuutta voidaan tutkia. (Pellosniemi 1988)

Kuormitusten lisääntyminen tulee eteen muutosten yhteydessä. Esimerkiksi märkätilojen laajeneminen kuivan tilan puolelle kasvattaa välipohjan kuormitusta etenkin jos alkuperäinen kevyt puulattia korvataan teräsbetonisella pintalaatalla. Tällaisessa tilanteessa kannattavaa on pyrkiä keventämään välipohjan kuormitusta entiselle tasolle vaihtamalla vanhat välipohjatäytteet uusiin ja kevyempiin. Jos vahvistamiseen kuitenkin täytyy ryhtyä, on uusien palkkien asentaminen vanhojen palkkien väliin sopiva vaihtoehto puu-, teräs- ja alalaattapalkistoille. Puupalkistojen kohdalla täytyy huomioda, että rakenteen vahvistaminen tai keventäminen vaikuttaa alkuperäisten puuvasojen taipumaan. Muodonmuutosten palautuminen saattaa aiheuttaa vaurioita kattolistoihin, rappauksiin ja kipsikoristeisiin. Vanhojen palkkien kantavuuden kasvattaminen kasvattamalla niiden poikkileikkauksen pinta-alaa on myös sopiva ratkaisu monille palkistoille, mutta sen käyttäminen ei välttämättä ole mahdollista rakennekorkeuden asettamien rajoitusten takia. Poikkileikkausalan kasvattaminen on parhaiten paikalliseen vahvistamiseen sopiva menetelmä.

6 Johtopäätökset

Tapaustutkimusten perusteella tyypillisiä välipohjien suunnittelutilanteita asuinkerrostalojen linjasaneeraushankkeissa ovat uuden pintabetonilaatan rakentaminen ja täytteiden vaihto märkätiloihin sekä erilaiset kantavan rakenteen korjaamiset ja vahvistamiset. Lisäksi tyypillisiä suunnittelutilanteita, joita tämän työn rajauksen puitteissa ei ole tarkemmin käsitelty ovat palokatkot ja vesiersiteen detaljit. Suunnittelutilanteet keskittyvät linjasaneerauksen luonteen vuoksi märkätilojen välipohjarakenteisiin, kun pintalaattoja puretaan uusien viemäriputkien asentamiseksi ja märkätilojen vedeneristys päivitetään nykyaikaisten vaatimusten mukaiseksi. Kuivien tilojen välipohjiin liittyvät suunnittelutilanteet liittyvät joko huonejakojen muutoksiin tai välipohjätäytteiden vaurioihin.

Suunnitteluratkaisuja uuden pintalaatan rakentamiseksi ja välipohjien vahvistamiseksi eri välipohjatyypeille on koottu taulukkoon 6.1. Periaate on, että palkistorakenteisissa välipohjissa uusi pintalaatta rakennetaan joko levytyksen päälle ja palkeille kantavaksi tai jos rakenteen alalaatan kestävyys sen sallii niin pintalaatta voidaan rakentaa suoraan täytteiden päälle ja kannattaa niiden välityksellä alalaatalle. Puupalkistoissa rossilankut eivät ole kantavia, joten laatta kannatetaan aina suoraan palkeille. Jos teräs- tai alalaattapalkistojen alalaatat on märkätilojen kohdalta jo rakennusaikana rakennettu osittain kantaviksi, voidaan tavallisesti käyttää täytteiden varaan rakennettua pintalaattaa. Kaikissa tapauksissa laatta irroitetaan muista rakenteista esimerkiksi suodatinkankaalla ja sen painumattomuudesta varmistutaan.

Taulukko 6.1 (sivut 87-90): Tyypilliset suunnittelutilanteet, tämän työn perusteella suositeltu ratkaisuvaihtoehto ja huomioitavat asiat.

Suunnittelutilanne	Ratkaisu
Märkätilan uusi lattiarakenne	Teräsbetoninen pintalaatta alkuperäistä välipohjarakenteen mukaan, kallistukset, pinnan hierto vedeneristevalmistajan vaatimusten mukaan.
Puupalkisto, märkätilan lattiarakenne	Levytys ja pintalaatta. Laatta irroitetaan levytyksestä. Orgaanisten täytteiden vaihto.
Teräspalkisto, märkätilan lattiarakenne Alalaatan kantavuudesta ei ole varmuutta tai se ei ole kantava	Levytys ja pintalaatta. Laatta irroitetaan levytyksestä. Orgaanisten täytteiden vaihto vaahtolasiin.
Teräspalkisto, alalaatta on osittain kantava	Täytteiden varaan valettu pintalaatta. Suodatinkangas laatan ja täytteiden väliin. Orgaanisten täytteiden vaihto vaahtolasiin.

Märkätilojen välipohjatäytteiden vaihtaminen uuden täytteen materiaalin valinta on jokaisessa linjasaneerauksessa toistuva suunnittelutilanne. Vaihtoehtoista vaahtolasia voidaan tämän työn perusteella suositella etenkin teräspalkistoisille välipohjille, sillä se ei aiheuta korroosion riskiä. Kevytsora aiheuttaa pistekorroosiota kosketuksissa metallin kanssa ja sitä käytettäessä teräs rakenteet ja metalliputket tulee suojata. Kolmas vaihtoehto kevytbetonimurske ei itsessään aiheuta korroosiota, mutta ilman ja kosteuden läpäisevyyden takia myös sen kanssa suojausta suositellaan. Täytteiden varaan kannatettujen pintalaattojen kanssa täytteen tiivistävyys, painumattomuus ja kantavuus ovat tärkeitä. Näissä ominaisuuksissa kevytsora on vaahtolasia ja kevytbetonimursketta heikompaa.

Kantaviin rakenteisiin liittyvät korjaukset ja vahvistukset ovat aina tapauskohtaisia suunnittelutilanteita, joille ei tämän työn puitteissa voida antaa valmiita ratkaisuvaihtoehtoja. Lisäksi välipohjien korjaamisessa on aina huomioitava kaikki rakenteen ominaisuudet ja rakenteen toiminta kokonaisuutena. Tämä laaja-alaisuus ja tapauskohtaisuus vaatii suunnittelijalta kokonaisvaltaista ymmärrystä alkuperäisen rakenteen toiminnasta ja muutosten vaikutuksesta.

Huomioitavaa

Rakenteen kantavuutta, ääneneristävyyttä tai paloneristävyyttä ei saa heikentää. Vesieriste tarvitsee alustaksi pintabetonilaatan, joka ei saa painua. Kannatus riippuen välipohjan rakenteesta. Painumattomuus varmistetaan täytteiden painumattomuudella, levytyksellä tai ankkuroinnilla. Rakenteen painon noustessa sen kantavuus on varmistettava laskennallisesti. Lattiakorkojen muutokset eivät saa heikentää esteettömyyttä.

Rakenteita ei alunperin ole suunniteltu märkätiloihin, vaan märkätilat on rakennettu myöhemmin, joten rakenteiden kantavuudesta on muutosten yhteydessä varmistuttava. Puurakenteet ovat alttiita kosteusvaurioille. Puupalkkien kunto on aina tarkistettava. Kiviaineiset täytöt voidaan jättää, mutta niiden vaihtaminen kevyempiin parantaa kantavuutta ja mahdollistaa palkkien sekä rossilankkujen kunnon tarkastamisen. Laattaa ei koskaan saa kannattaa täytteiden varaan, rossilankut eivät ole kantavia!

Kiviaineiset täytöt voidaan jättää. Tarvittaessa ankkuroidaan laatta ympäröiviin kantaviin pystyrakenteisiin. Vaahtolasitäyttö ei reagoi teräksen kanssa, kevytsoraa käytettäessä teräspalkit on suojattava kosketukselta.

Kiviaineiset täytöt voidaan jättää, mutta niiden vaihtaminen parantaa kantavuutta. Täytteet tiivistettävä painumattomiksi tai laatta ankkuroitava. Vaahtolasitäyttö ei reagoi teräksen kanssa, kevytsoraa käytettäessä teräspalkit on suojattava kosketukselta.

Suunnittelutilanne	Ratkaisu
Betonirakenteinen alalaattapalkisto, märkätilan lattiarakenne	Täytteiden varaan valettu pintalaatta. Suodatinkangas laatan ja täytteiden väliin. Orgaanisten täytteiden vaihto.
Massiivilaatta, märkätilan lattiarakenne	Pintalaatta kantavan laatan tai eristekerroksen päälle, vanhan rakenteen mukaan.
Kuivien tilojen lattiarakenteet	Korjataan alkuperäisen rakenteen mukaan. Vaurioituneiden täytteiden vaihto.
Märkätilan laajentaminen	Vastaavan märkätilan lattiarakenteen mukaan. Kantavan palkiston lisääminen tai vahvistus tarvittaessa.
Puupalkiston paikallinen vahvistaminen tai korjaaminen	Naulattavat tai liimattavat puiset vauhvistusosat
Puupalkiston kantavuuden kasvattaminen	Lisäpalkkien asennus olemassa olevien väliin
Teräspalkiston kantavuuden kasvattaminen	Lisäpalkkien asennus olemassa olevien väliin
Alalaattapalkiston kantavuuden kasvattaminen	Palkkien poikkileikkausalan kasvattaminen tai uusien palkkien valaminen olemassa olevien väliin.
Massiivilaatan kantavuuden kasvattaminen	Laatan korkeuden kasvattaminen
Märkätilan välipohjatäytteen valitseminen	Vaahtolasi, kevytsoramurske tai kevytbetoni-murske

Huomioitavaa

Kiviaineiset täytöt voidaan jättää, mutta niiden vaihtaminen parantaa kantavuutta. Täytteet tiivistettävä painumattomiksi tai laatta ankkuroitava.

Vanhaa pintabetonia purettaessa kantavaa laattaa ei saa vahingoittaa ja sitä koskevat muutokset hyväksytetään rakennesuunnittelijalla.

Lattiakorkojen muutokset eivät saa heikentää esteettömyyttä. Tarvittaessa palonkestävyyden parantaminen alapuolisella levytyksellä (teräs- ja alalaattapalkistot). Täytteiden vaihdossa huomioitava ääneneristysominaisuuksien säilyminen. Eristekaista kantavan rakenteen ja lattian välissä parantaa askeläänieristystä.

Lausunto ääneneristysvaatimusten täyttymisestä. Betoninen pintalaatta parantaa ääneneristävyttä.

Liitoksen tulee siirtää sitä rasittavia voimia. Halkeamia ei saa täyttää. Lahovauriokohdat poistetaan. Kantavaan ulkoseinään tuettavat päät suojataan. Kaikki palkit tarkastetaan. Korjaukset, katkaisut tai poistot tehdään yksi palkki kerrallaan.

Voidaan myös kasvattaa palkkien poikkileikkausala. Täytteiden vaihtaminen kevyempiin vapauttaa kapasiteettiä, mutta vaikutus ei ole merkittävä. Vanha palkisto on taipunut kuormituksen vaikutuksesta, joten kapasiteetin lisääminen saattaa aiheuttaa muodonmuutoksia.

Voidaan myös vahvistaa teräsosilla. Täytteiden vaihtaminen kevyempiin vapauttaa kapasiteettiä, mutta vaikutus ei ole merkittävä.

Riittävän tartunnan aikaansaaminen uuden ja vanhan betonin välillä on edellytys onnistumiselle. Uudet palkit voivat olla myös teräspalkkeja.

Riittävän tartunnan aikaansaaminen uuden ja vanhan betonin välillä on edellytys onnistumiselle.

Täytteen paino, kosteusominaisuudet, saatavuus ja raegoimattomuus.

Kevytsora: aiheuttaa pistekorroosiota kosketuksissa metalliin, eli teräspalkit ja metalliputket on suojattava. Pieni kitkakulma tekee tiivistämisestä hankalaa.

Kevytbetonimurske: huokoista, ilma ja kosteus liikkuvat läpi. Ei suoraan aiheuta korroosiota, mutta metalliputkien ja teräspalkkien suojaamista suositellaan kosteuden liikkuvuuden takia. Kevyin ja kantavuudeltaan paras, tiivistyy hyvin.

Vaahtolasi: suositeltava vaihtoehto teräspalkistoille, ei aiheuta korroosiota. Tiivistyy hyvin ja muodostaa tukevan pinnan. Toimii kapilaarikatkona, ei ime vettä.

7 Yhteenveto

Vuosina 1890-1960 rakennetuissa asuinkerrostaloissa välipohjarakenteina on käytetty puupalkistoa, teräspalkistoa, alalaattapalkistoa sekä massiivilaattaa. Näillä neljällä hallitsevalla välipohjatyypillä on kullakin omat aikakautensa sekä korjaamiseen vaikuttavat ominaisuutensa. Rakennuksen välipohjatyyppejä voidaan alustavasti ennustaa sen rakennusvuoden perusteella. Käytössä olleet rakenteet ja materiaalit niin välipohjien, kuin muidenkin rakenneosien osalta ovat pitkälti samoja saman ikäisissä rakennuksissa.

Puupalkisto on välipohjarakenteista vanhin ja sitä esiintyy ennen vuotta 1905 rakennetuissa rakennuksissa. Kivirakenteisten asuinkerrostalojen rakentamisen alkaessa 1800-luvun lopussa käytössä ei ollut muita tarkoitukseen sopivia ratkaisuja. Paloturvallisuuden vuoksi kellareiden katot rakennettiin holvaamalla, mutta niidenkin ylemmän kerroksen lattiaa kannattava rakenne saattoi olla holvauksen päälle asennettu puupalkisto. Tämän ajanjakson asuinkerrostaloja korjattaessa on otettava huomioon, että niissä ei alunperin ole suunniteltu olevan märkätiloja, vaan kylpyhuoneet on rakennettu myöhempien korjausten ja muutosten yhteydessä. Alkuperäistä palkistoa ei myöskään ole laskennallisesti mitoitettu.

Puun huonoksi koettujen palonkestävyysominaisuuksien takia teräspalkit yleistyivät nopeasti niiden tultua laajemmin saataville 1900-luvun alkuvuosina. Teräspalkiston aikakausi sijoittuu vuosille 1905-1920. Alkuvuosina teräspalkit asennettiin kuten puupalkit, mutta betonitekniikan kehittyessä yleiseksi rakenteeksi vakiintui teräspalkisto, johon liittyy betoninen alalaatta. Suojaamattomien teräspalkkien huonon palonkestävyyden tullessa ilmi, betonista alalaattaa käytettiin palkkien palosuojaukseen. Myös rakenteita korjattaessa palkkien palonkestävyyteen on kiinnitettävä huomiota ja esimerkiksi suojaamattomat alalaipat ovat tyypillinen säsuojausta vaativa kohta teräspalkistoissa. Teräspalkkien aikakausi osuu betonitekniikan kehityksen ja uusien rakenteiden kokeilun aikaan. Vuosina 1905-1920 rakennetuissa rakennuksissa esiintyy myös harvinaisempia välipohjarakenteita kuten erilaisia ontelotiilien avulla valettuja laattapalkistoja tai teollisuus- ja julkisista rakennuksista tuttuja välipohjia kuten kaksoislaattapalkisto.

Vuodesta 1920 eteenpäin aina vuoteen 1952 asti alalaattapalkisto on käytännössä ainoa asuinkerrostaloissa käytössä ollut välipohjarakenne. Rakenteen suosio perustuu sen betonin ja terästä säästävään muotoon, jossa kantaviin betonipalkkeihin liittyy ohut alalaatta. Materiaalipulan loputtua sotakorvausten maksun päättymiseen vuonna 1952 alalaattapalkiston korvasi hyvin nopeasti työtä säästävä, mutta enemmän betonia ja terästä kuluttava massiivilaatta. Alalaattapalkistoissa on tyypillistä, että märkätilojen ja muiden vastaavien tilojen alalaatat on rakennettu muita vahvemmiksi. Alalaattapalkiston korjaamisessa on kiinnitettävä erityistä huomiota alalaatan kestävyyteen ja kuntoon sekä palonkestävyyden kannalta betoniterästen suojabetonikerroksen paksuuteen palkkien alapinnoissa.

Massiivilaatta korvasi alalaattapalkiston vuoden 1952 aikana käytännössä kokonaan ja oli hallitseva välipohjatyyppejä asuinkerrostaloissa elementtirakentamisen alkuun 1960-luvulle saakka. Massiivilaatta on rakenteena sitä edeltäneisiin erilaisiin palkistoihin verrattuna yksinkertainen. Myös sen korjaaminen on palkistorakenteisiin välipohjiin verrattuna yksinkertaista. Huomiota tulee kiinnittää laatan kestävyyteen niissä tilanteissa, kun sitä syystä tai toisesta joudutaan rikkomaan esimerkiksi roilottamalla.

Välipohjien korjaamisessa kaikki huomioon otettavat ominaisuudet muodostavat hyvin laajan aihealueen rakennetekniikasta ja palotekniikasta mikrobiologiaan ja akustiikkaan. Tämän työn puitteissa ominaisuuksia on huomioitu siltä osin kuin ne ovat olleet ratkaisuvaihtoehtojen kannalta merkityksellisiä, mutta teoria ja tarkempi aiheiden käsittely on rajattu suppeampaan alueeseen. Rakenteiden ominaisuuksista ja niiden korjaamisesta on tässä työssä tarkemmin keskitytty kolmeen tyyppilliseen suunnittelutilanteeseen; pintalaatan uusimiseen, täytteiden vaihtoon ja lisäksi kantavan rakenteen korjaamiseen ja vahvistamiseen. Näistä pintalaatan uusiminen sekä kantavan rakenteen korjaaminen ja vahvistaminen ovat rakennetekniikan kannalta keskeisiä. Välipohjatäytteet, niiden vaihtaminen ja valinta muodostavat oman, merkittävän kokonaisuutensa. Äänen- ja paloneristävyysominaisuuksien arvioimiseksi ja sopivien ratkaisuvaihtoehtojen tarkempaa tutkimusta varten akustiikan ja palotekniikan teorian tuntemus on välttämätöntä ja jatkotutkimuksia näiltä aihealueilta tarvitaan.

Tämän diplomityön tavoitteena oli koota valmiita rakennusteknisiä ratkaisuja tyyppillisille suunnittelutilanteille ja arvioida ratkaisuvaihtoehtojen sopivuutta. Suunnittelutilanteista tutkimus rajattiin pintalaatan uusimiseen ja täytteiden vaihtoon, joiden osalta oli mahdollista antaa valmiita, yleisiä ratkaisuja. Kantavan rakenteen korjaamisen ja vahvistamisen osalta yleistä ei voitu tilanteiden tapauskohtaisuuden vuoksi antaa, mutta näille koottiin yhteen periaatteet kunkin materiaalin korjaamiselle.

Tapaustutkimusten tavoite tässä työssä oli selvittää yleisiä suunnittelutilanteita ja antaa käsitys suunnitteluprosessin kulusta ja ratkaisujen valintojen taustoista. Tapaustutkimuskohteiden valinta oli onnistunut. Kohteet edustivat kattavasti erilaisia välipohjarakenteita ja eri laajuudella tehtyjä saneerauksia. Kaikille yhteiset suunnittelutilanteet, märkätilojen pintalaatan uusiminen, palokatkot ja vesieristyksen detaljit, tulivat tutkimuksissa selvästi esille. Kaikille palkistorakenteisille välipohjille yhteistä oli välipohjatäytteiden vaihto. Kohteissa, joissa oli tehty kantavan rakenteen vahvistuksia ja korjauksia näiden tapauskohtaisuus tuli hyvin esille.

Tässä työssä välipohjien korjaamista käsiteltiin linjasaneeraushankkeen näkökulmasta, sillä suuremmista korjaushankkeista välipohjiin liittyviä korjaus- ja muutostöitä tehdään nimenomaan perinteisten linjasaneerausten yhteydessä. Suunnittelutilanteiden laajempi tutkiminen vaatii jatkotutkimuksia muiden kuin linjasaneerausten yhteydessä tehdyistä töistä.

Lähteet

Al-Neshawy, Fahim. 2015. Repair methods of structures -kurssin luennot 7.9.2015, 9.9.2015 ja 14.9.2015. Aalto Yliopisto. Suullinen tiedonanto ja luentokalvot.

Berghäll, Jarno. 1988. RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV runkorakenteet, 4.6 Betonirakenteet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, Hanko.

Binda, L; Modena, C. 1995. Evaluation and strengthening of existing masonry structures. RILEM, University of Padua, Italy. ISBN: 2-912143-02-0

Charles, F.W.B. 1984. Conservation of timber structures. Huchinsons Publishing Group. Lontoo. ISBN: 0 09 1455090 X

Esbo Torfströ Aktiebolag. 1920. Silenda eristys- ja tätekappaleita betonirakenteita varten, 01.01.1920, Kansalliskirjaston Digitoidut aineistot

Foamit. 2017. Vaahtolasi, esitteet, malli ja käyttöturvallisuustiedote. Luettu 28.2.2017 www.foamit.fi

H+H Finland. 2017. Siporex, esitteet, ohjeet ja käyttöturvallisuustiedote. Luettu 28.2.2017 www.hplush.fi

Helsingin kaupungin karttapalvelu kartta.hel.fi. Viitattu 1/2016

Helsingin kaupunki. 1904. Kertomus Helsingin kaupungin kunnallishallinnosta vuonna 1902 ynnä tilastollisia tietoja samasta ja edellisestä ajasta. Sanomalehti- ja kirjapaino-osakeyhtiön kirjapaino. Helsinki.

Kauppinen, Timo; Heikkilä-Kauppinen, Marja 2003. Rakennusten paloturvallisuus & Paloturvallisuus korjausrakentamisessa, Ympäristöopas 39. ISBN: 978-952-11-1375-8

Kortesmaa, Markku. 1988. RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV runkorakenteet, 4.5 Puurakenteet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, Hanko.

Lahdensivu, J. 2012. Matalaenergia- ja passiivitalojen rakenteiden ja liitosten suunnittelu- ja toteutusohjeita. Tutkimusraportti 160. Tampereen teknillinen yliopisto. Tampere. ISBN 978-952-15-2951-1

Lähdesmäki, Kimmo. 2013. RIL 255-2013 Luku 9: Rakennusmateriaalien ja -tuotteiden rakennusfysikaaliset ominaisuudet

Malinen, Jenni. 2015. Kaksoislaattapalkistorakenteen tutkimus- ja korjausmenetelmät. Diplomityö, Aalto Yliopisto.

MRL 132/1999. Maankäyttö ja rakennuslaki

MRA 895/1999. Maankäyttö ja rakennusasetus

Mäkiö, Erkki; Malinen, Maarit; Neuvonen, Petri; Sinkkilä, Jyrki; Tuunanen, Anna-Maija & Saarenpää, Jukka. 1989. Kerrostalot 1940–1960. Helsinki: Rakennustietosäätiö. 273 s. ISBN 951-628-186-3.

Neuvonen, Petri; Mäkiö, Erkki & Malinen, Maarit. 2002. Kerrostalot 1880-1940. Helsinki: Rakennustieto Oy. 192 s. ISBN 951-682-668-7.

Neuvonen, Petri ym. 2006. Kerrostalot 1880-2000 : arkkitehtuuri, rakennustekniikka, korjaaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy. ISBN 951-682-794-2 978-951-682-794-3

Paajanen, L., Ritschkoff A-C. & Viitanen, H. 1994. Lämmöneristeidenmerkitys rakennusten biologisissa vaurioissa. Espoo. VTT

Pekkala, Jarmo. 2014. Vaahtolasimurske rakentamisessa. Rakennustieto, Rakentajan kalenteri 2014, s. 114-118. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK140402.pdf>

Pellosniemi, Jouko. 1988. RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV runkorakenteet, 4.8 Teräsrakenteet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, Hanko.

Petrow, S; Vuorinen, P; Rydenfelt, V-P. 2001. Betoninen kelluva lattia. Rakentajan kalenteri 2001 s.495-504. Rakennustieto.

Rahikka, Asko. 1988. RIL 174-4 Korjausrakentaminen IV runkorakenteet, 4 Runkorakenteiden korjaus- ja vahvistusmenetelmät. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, Hanko.

Reijula, Kari; Ahonen, Guy; Alenius, Harri; Holopainen, Rauno; Lappalainen, Sanna; Palomäki, Eero & Reiman, Marjut. 2012. Rakennusten kosteus- ja homeongelmat. Eduskunnan tarkastusvaliokunnan julkaisu, Helsinki. ISBN 978-951-53-3455-8

Ritola, Jouko; Vares, Sirje. 2008. Kierrätyslasin hyötykäyttö vaahtolasituotteina. VTT Tiedotteita 2458, Espoo. ISBN 978-951-38-7255-7

Ritschkoff, A- C. & Viitanen, H. 2000. Vital- eriste- ja puumateriaaliyhdistelmien homeen kestävyys vakioituissa laboratorio-olosuhteissa.

Ruuska, P., Jääskeläinen, L., & Nortomaa, J. 2010. Helsingin kaupungin rakennusjärjestys. Helsingin kaupunki, Helsinki. ISBN: 978-952-272-020-7

Sisäilmäyhdistys ry. 2008. Terveelliset tilat, verkkojulkaisu. Luettu 12.2.2017. <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat>

Sutherland, James; Humm, Dawn; Chrimes, Mike. 2001. Historic concrete backround to appraisal. Thomas Telford Publishing, London. IBSN: 0 7277 2875 X

Teivainen, Heli. 2011. Asuinhuoneistojen märkätilojen alakattotilan kosteustekninen toiminta. Aducate Reports and Books, Itä-Suomen Yliopisto. Kuopio.

Turpeinen, J. 2005. Rakennusten hyönteisvauriot. <http://www.tuuma.net/artikkelit/Hyonteisvauriot.pdf>, Luettu 27.1.2017

Viitanen, Hannu. 1986. Vuosina 1978-1984 tutkitut lahovaurionäytteet. VTT Puulaboratorio. Espoo. ISBN 951-38-2626-0

Vinha, J. 2005. Rakennusmateriaalien rakennusfysikaaliset ominaisuudet lämpötilan ja suhteellisen kosteuden funktiona. Tutkimusraportti 129. Tampereen teknillinen yliopisto. Tampere. ISBN 978-952-15-2745-6

VTT. 2006. Puurakenteiden halkeilun hallinta, opas. http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2006/halkeilu_2006.pdf Luettu 27.1.2017

Weber. 2017. Leca-sora, esitteet, ohjeet ja käyttöturvallisuustiedote. Luettu 28.2.2017 www.e-weber.fi

Yeomans, David. 2003. The repair of historic timber structures. Thomas Telford Publishing, London. ISBN: 0 7277 3213 7

YM 2016. Ympäristöministeriö Suomen rakentamismääräyskokoelmasta, www.ym.fi/rakentamismaaraykset Julkaistu 29.12.2016 klo 12.33, päivitetty 29.12.2016, luettu 25.1.2017.

YM 477/2014. Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista, Suomen rakentamismääräyskokoelma.

YM 4/2013. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä, Suomen rakentamismääräyskokoelma.